Naturam amplectitur omnem.

Ramis fe. in Milano

STORIA NATURALE, GENERALE E PARTICOLARE

per servire di seguito

ALLA TEORIA DELLA TERRA

e d'introduzione

ALLA STORIA DE' MINERALI

DEL SIG. CONTE

DE BUFFON

INTENDENTE DEL GIARDINO DEL RE, DELL' ACCADEMIA FRANCESE, E DI QUELLA DELLE SCIENZE, cc.

SUPPLEMENTO, Tomo I.

IN MILANO. MDCCLXXVIII.
APPRESSO GIUSEPPE GALEAZZI
REGIO STAMPATORE. *Con Approvazione*.

STORIA NATURALE.

INTRODUZIONE ALLA STORIA DE' MINERALI.

DEGLI ELEMENTI.

PRIMA PARTE.

Della Luce, del Calore, e del Fuoco.

LE forze della Natura, per quanto ci sono cognite, possonsi ridurre a due forze primitive; cioè, a quella, che cagiona la gravità, e a quella, che produce il calore. La forza d'impulsione è loro subordinata; perciocchè dipende dalla prima per li suoi effetti particolari, e alla seconda s'appartiene per l'effetto generale. E poichè l'impulsione non può esercitarsi che col mezzo dell'elasticità; e questa non agisce, se non in virtù della forza, che le disgiunte parti approssima, chiaramente si

comprende che l'impulſione ha di biſogno per operare del concorſo dell' attrazione: imperciocchè ſe la materia ceſſaſſe d'attraerſi, ſe i corpi la loro coeſione perdeſſero, ogni elaſticità non ſarebb' ella diſtrutta, ogni comunicazione di moto non ſarebbe intercetta, e nulla non ſarebbe ogni impulſione? Di fatti il moto [1] non ſi comunica, nè può traſmetterſi da un corpo ad un altro, ſe non per l'elaſticità; onde puoſſi dimoſtrare che un corpo perfettamente duro, cioè aſſolutamente infleſſibile, ſarebbe altresì aſſolutamente immobile, e onninamente incapace di ricevere l'azione d'un altro corpo [2]. L'attrazio-

[1] Per maggior intelligenza di ciò, io priego i miei Lettori di leggere la ſeconda parte dell' articolo di queſt' opera, che ha per titolo: *Della Natura*, *ſeconda viſta*.

[2] La comunicazione del moto è ſempre ſtata conſiderata come una verità d'eſperienza, ed i Matematici più grandi ſonoſi accontentati di calcolarne gli effetti nelle differenti circoſtanze, dandoci intorno a ciò regole e formole, nelle quali hanno molt'arte impiegata: ma niuno, per quanto a me ſembra, ha ſinora conſiderata la natura intima del moto, e ſi è ingegnato di rappreſentar a ſe ſteſſo, e di rappreſentare agli altri la maniera fiſica, con cui il moto ſi traſmette e paſſa da un corpo ad un altro. Si è preteſo che i corpi duri poteſſero riceverlo come i corpi elaſtici, e ſopra cotal ipoteſi ſpogliata di prove s'innalzarono propoſi-

ne essendo un effetto generale, costante, e permanente; l'impulsione, che nella maggior parte de' corpi è particolare, e non è nè costante, nè permanente, dipende dunque da quella, come un effetto particolare dipende da un effetto generale. Imperciocchè se ogn' impulsione fosse distrutta, l'attrazione tuttavia sussisterebbe, nè meno agirebbe; ma venendo questa a cessare, non solamente l'altra sarebbe senz' esercizio, ma ancora senz' esistenza. Evvi adunque una differenza essenziale, che in tutta la materia rozza e puramente passiva all' attrazione subordina l'inpulsione.

Ma quest' impulsione, che non può nè esercitarsi, nè trasmetterti ne' corpi rozzi, se non col mezzo dell' elasticità, cioè del

zioni e calcoli, da' quali si dedussero innumerabili false conseguenze. Imperciocchè i corpi supposti duri, e perfettamente inflessibili, non potrebbero ricevere il moto. In prova di ciò, suppongasi un globo perfettamente duro, vale a dire, inflessibile in tutte le sue parti; ciascuna di queste parti non potrà per conseguenza nè approssimarsi, nè discostarsi dalla parte vicina, perchè ciò sarebbe contro alla supposizione. Dunque in un globo perfettamente duro le parti non possono ricevere alcuno slogamento, alcun cambiamento, alcun' azione; imperciocchè se elleno ricevessero un' azione, avrebbono anche una reazione, non potendo i corpi riagire che agendo. Adunque, poichè tutte le

soccorso della forza d'attrazione, dipende ancora più immediatamente, più generalmente dalla forza, che produce il calore: poichè pel mezzo del calore principalmente l'impulsione penetra ne' corpi organizzati, pel calore e' si formano, crescono, e si sviluppano. Onde all' attrazion sola possonsi riportare gli effetti tutti della materia rozza, e a questa medesima forza attrattiva congiunta a quella del calore, tutti i fenomeni della materia viva.

Io intendo per materia viva non solamente tutti gli esseri che vivono, o vegetano; ma eziandio tutte le molecole organizzate viventi, disperse, e sparse ne' detrimenti o residui de' corpi organizzati; e comprendo ancora nella materia viva quel-

parti prese separatamente non possono ricevere verun' azione; esse non possono comunicarne: la parte posteriore ch' è la prima ad essere percossa, non potrà comunicare il moto alla parte anteriore, poichè questa parte posteriore, essendo stata supposta inflessibile, non può cangiare per rispetto alle altre parti; dunque egli sarebbe impossibile di comunicare verun moto a' corpi inflessibili. Ma l'esperienza c' insegna, che si comunica il moto a tutt' i corpi; dunque tutt' i corpi sono elastici; dunque non vi sono nella Natura corpi perfettamente duri e inflessibili. Il Sig. Gueneau di Montbeillard, uomo d' eccellente ingegno, e mio amico, mi scrisse intorno a questo proposito nei

la della luce, del fuoco, e del calore; brievemente, ogni materia, che ci pare esser attiva per se stessa. Ora questa materia viva tende sempre dal centro alla circonferenza, in vece che la materia rozza tende per l'opposto dalla circonferenza al centro. Ella è una forza espansiva, che anima la materia viva, ed è una forza attrattiva, a cui obbedisce la materia rozza. E benchè le direzioni di queste due forze siano diametralmente opposte, l'azione di ciascuna non è per ciò impedita; ma esse si bilanciano senza distruggersi giammai, e dalla combinazione d'amendue ugualmente attive ne risultano tutt' i fenomeni dell' Universo.

Ma mi si opporrà ch'io riduco tutte le

seguenti termini. „ Dalla supposizione dell' „ immobilità assoluta de' corpi assolutamente „ duri „ ne segue che un piede cubico di que„ sta materia basterebbe forse per arrestare tutto „ il moto dell' Universo cognito: e se questa „ immobilità assoluta fosse provata, sembra che „ non basterebbe di dire che nella Natura non „ esistono questi corpi, e che si possono chia„ mare impossibili, ed asserire ancora che la „ supposizione della loro esistenza è assurda; „ imperciocchè essendo loro stato negato il moto „ che deriva dall' elasticità; non possono perciò „ essere capaci del moto proveniente dall' at„ trazione, la quale secondo l'ipotesi è la cau„ sa dell' elasticità.

potenze della Natura a due sole forze, l'una attrattiva, e l'altra espansiva, senza recar la cagione nè dell' una, nè dell' altra; e che a tutteddue subordino l'impulsione, la quale è la sola forza, la cui cagione ci sia cognita, e dimostrata dal rapporto de' nostri sensi. Non è questo abbandonare un' idea chiara per sostituirle due ipotesi oscure?

A ciò io rispondo, che non conoscendo le cose che per comparazione, noi non avremo giammai verun' idea di ciò, che produce un effetto generale; perciocchè quest' effetto, appartenendo al tutto, non si può paragonarlo con altro. Quindi è che 'l dimandare qual è la cagione della forza attrattiva, torna il medesimo che esigere che vengaci assegnata la ragione, perchè tutta la materia s'attragga. Ora non basta di sapere che realmente tutta la materia s'attrae, e di concepire ancora, che quest' effetto essendo generale, non abbiam verun mezzo di compararlo, e per conseguente niuna speranza di conoscerne giammai la causa, o la ragione? Se per l'opposto l'effetto fosse particolare, come quello dell'attrazione della calamita e del ferro, sperar potrebbesi di trovarne la causa; perchè si può compararlo ad altri effetti particolari, o ricondurlo all' effetto generale. E nel vero coloro ch' esigono da' Filosofi la ragio-

nè d'un effetto generale, non conoſcono nè l'eſtenſion della Natura, nè i limiti dell' ingegno umano: onde il richiedere perchè la materia è eſteſa, grave, impenetrabile, anzichè queſtioni, ſono diſcorſi mal concepiti, che non meritano riſpoſta. Lo ſteſſo ſi deve dire d'ogni proprietà particolare, che ſia eſſenziale alla coſa: richiedere, per eſempio, perchè il roſſo è roſſo, ſarebbe un' interrogazion puerile, alla quale non deveſi riſpondere. Il Filoſofo, che fa ſimili dimande, non diſtingueſi dal fanciullo: e ſe la curioſità non rifleſſiva nel fanciullo le ſcuſa, il Filoſofo però deve rigettarle, ed eſcluderle dalle ſue idee.

Poichè adunque le forze d'attrazione, e d'eſpanſione ſono due effetti generali, noi non dobbiam dimandarne la loro cagione, e baſta ch'ei ſieno generali, ed ambedue reali, ed avverati per obbligarci a conſiderar eſſi medeſimi per cagioni di effetti particolari. L'impulſione è uno di quegli effetti, che noi non poſſiam riſguardare, come cauſa generale conoſciuta, o dimoſtrata dal rapporto de' noſtri ſenſi; dacchè abbiam provato, ch'eſſa non può eſiſtere, nè agire che col mezzo dell'attrazione, la quale non cade punto ſotto i medeſimi. Non v'ha coſa più evidente, dicono alcuni Filoſofi, della comunicazione del moto per l'impulſione; conciofiachè baſta che un cor-

po urti in un altro, perchè quest' effetto ne segua. Ma in questo senso medesimo la causa dell' attrazione non è più evidente, e più generale? poichè basta abbandonare un corpo, perchè ei cada, e prenda moto senz' altra spinta. Il moto adunque in tutt' i casi appartiene più all' attrazione, che all' impulsione.

Fatta questa prima riduzione sarebbe forse possibile di farne una seconda, riducendo la forza medesima d'espansione a quella d'attrazione, e in questa maniera tutte le forze della materia verrebbero a dipendere da una sola forza primitiva. Quest' idea se non altro sembrerebbemi ben degna della sublime semplicità del piano, con cui opera la Natura. Ora noi non possiamo concepire, come l'attrazione si cangi in ripulsione, quando i corpi s'avvicinano, quanto basti, per soffrire lo strofinamento, o l'urto degli uni cogli altri. L'impenetrabilità, che dobbiam contare non come una forza, ma come una resistenza essenziale alla materia, non permettendo a due corpi d'occupare il medesimo spazio, cosa dovrà succedere, allorchè due molecole, che s'attraggono tanto più potentemente, quanto più s'avvicinano, giugneranno ad urtarsi? Quest' invincibile resistenza dell' impenetrabilità non diventa allora una forza attiva, o piuttosto reattiva, che nel contatto rispinge i corpi con

tanto di velocità, quanto acquiſtato ne avevano nel momento, che ſi ſono toccati? e per tanto la forza eſpanſiva non ſarà una forza particolare oppoſta a quella d'attrazione, ma un effetto, che da eſsa deriva, e che manifeſtaſi in tutt'i caſi, che i corpi s'urtino, o ſtrofininſi fra loro.

Io confeſso che biſogna ſupporre in ogni molecola di materia, in ogni qualunque atomo una perfetta elaſticità per concepire chiaramente, come s'operi il cangiamento d'attrazione in ripulſione; ma queſto ſteſso ci vien abbaſtanza indicato da' fatti; giacchè quanto più la materia s'aſsottiglia, tanto più acquiſta di elaſticità; e la terra, e l'acqua che ſono gli aggregati più groſſi d'eſsa, ne hanno molto meno dell'aria; e 'l fuoco, ch'è il più ſottile degli elementi, è altresì quello, che ha maggior forza eſpanſiva. Le più picciole molecole della materia, i più piccioli atomi da noi conoſciuti, ſono quelli della luce. Eppure ſappiamo ch'ei ſono perfettamente elaſtici, poichè l'angolo, ſotto cui la luce ſi riflette, è coſtantemente eguale a quello, ſotto cui ſi propaga: laonde poſſiam inferire eſsere tutte le parti coſtituenti la materia in generale perfettamente elaſtiche, e che queſta elaſticità produce tutti gli effetti della forza eſpanſiva ogni volta che i corpi s'urtino, o sfreghinſi, incontrandoſi tra di loro in direzioni oppoſte.

L'esperienza, se non erro, perfettamente s'accorda con quest'idea, se noi non conosciamo altri mezzi di produr fuoco fuori dello sfregamento e dell'urto de' corpi; imperciocchè il fuoco, che noi produciamo per mezzo dell'unione dei raggi della luce o dell'applicazione del fuoco di già prodotto a materie combustibili, riconosce nientemeno la medesima origine, alla quale bisognerà sempre risalire; poichè, supposto l'uomo privo di specchio ustorio, e di fuoco attuale, egli non potrà produrlo altrimenti, fuorchè urtando, o sfregando dei corpi sodi gli uni cogli altri [3].

Potrebbe dunque la forza espansiva altro non essere realmente, che la reazione della forza attrattiva; reazione che si opera ogni volta che le molecole primitive della materia sempre attraentisi le une colle altre, arrivano a toccarsi immediatamente; perciocchè allora è necessario ch'elleno sieno rispinte con tanto di velocità, quanta ne aveano acquistata in direzione contraria, al

[3] Il fuoco che qualche volta produce la fermentazione dell'erbe ammucchiate, e quello che manifestasi nelle effervescenze, non formano un'eccezione, che mi si possa opporre; poichè questa produzione di fuoco per mezzo della fermentazione, e dell'effervescenza, dipende, come tutte l'altre, dall'azione dell'urto delle parti della materia fra di loro.

momento del contatto [4]. E quando queste molecole sono perfettamente libere da ogni coerenza, e non obbediscono che al solo moto prodotto dall'attrazione, questa velocità acquistata è immensa nel punto del contatto. Il calore, la luce, il fuoco, che sono i più grandi effetti della forza espansiva,

[4] Egli è certo, mi dirà taluno, che le molecole, dopo il contatto si rispingeranno, perchè in questo punto la velocità loro, e quella che lor viene dall'elasticità è la somma delle velocità acquistate in tutt' i momenti precedenti, per l'effetto continuo dell'attrazione, e per conseguente deve vincer lo sforzo instantaneo dell'attrazione nel solo momento del contatto. Ma non sarà ella continuamente ritardata, e in fine distrutta, quando vi sia equilibrio tra la somma degli sforzi dell'attrazione prima del contatto, e la somma degli sforzi dell'attrazione dopo il contatto? Siccome questa questione potrebbe far nascere de' dubbj, e ingombrar questo oggetto per se medesimo difficile, io voglio ingegnarmi di spiegarlo, diffondendovi sopra la possibile luce. Io suppongo adunque due molecole, o per render l'immagine più sensibile, due grosse masse di materia, come la Luna, e la Terra, tutteddue dotate d'una elasticità perfetta in tutte le parti del loro interno; cosa succederà mai a queste due masse isolate da ogni altra materia, se il loro moto progressivo venga in un subito arrestato, sicchè a ciascuna d'esse non rimanga che la forza d'attrazione reciproca? Egli è evidente che in questa supposizione, la Luna e la Terra precipiterebbonsi l'una verso l'altra con una velocità che accrescerebbesi in ciascun momento nella ragione istessa che scemc-

verranno prodotti in ogni caſo, che artificialmente, o naturalmente i corpi vengano diviſi in parti piccioliſſime, e s' incontrino in direzioni oppoſte; e il calore ſarà tanto più ſenſibile, la luce tanto più viva, il fuoco tanto più violento, con quanta maggior velocità le molecole ſi precipiteranno le une

rebbe il quadrato delle loro diſtanze. Le velocità acquiſtate ſaranno dunque immenſe al punto del contatto, oppure al momento del loro urto, e in tal caſo queſti due corpi, da noi ſuppoſti perfettamente elaſtici, e ſciolti d' ogni altro impedimento, cioè interamente iſolati, ſi rifletteranno, e ſi allontaneranno l' uno dall' altro nella direzione oppoſta, e colla ſteſſa velocità acquiſtata al punto del contatto: velocità, la quale, quantunque continuamente diminuita dalla mutua loro attrazione, non ſolo le ricondurrebbe ben toſto all' iſteſſo luogo, dove ſono partiti, ma ancora infinitamente più lungi, perchè la ritardazione del movimento è qui in ordine inverſo di quello dell' accelerazione, e la velocità acquiſtata nel punto dell' urto eſſendo immenſa, gli sforzi dell' attrazione non potranno ridurla a zero, ſe non a una diſtanza, il cui quadrato ſia egualmente immenſo; di maniera che ſe il contatto foſſe aſſoluto, e la diſtanza dei due corpi che ſi urtano, aſſolutamente nulla, eſſi ſi allontanerebbero l' un dall' altro fino a una diſtanza infinita. Queſto a un di preſſo è ciò che accade alla luce, ed al fuoco nel momento dell' infiammazione delle materie combuſtibili; poichè nell' iſtante medeſimo ſcagliano la loro luce a una diſtanza grandiſſima, quantunque le particelle convertite in luce foſſero prima viciniſſime le une alle altre.

contro l'altre per la mutua loro forza d'attrazione.

Da ciò dobbiamo conchiudere che tutta la materia può divenir luce, calore, fuoco, e che basta che le molecole di qualsisia sostanza trovinsi in uno stato di libertà, vale a dire, in uno stato di divisione assai grande, e di separazione tale, ch'elleno possano obbedire senz'ostacolo a ogni forza che le attragga le une verso le altre; perciocchè quando s'incontreranno, elleno riagiranno le une contro le altre, e si fuggiranno, allontanandosi con velocità eguale all'acquistata nel momento del contatto che devesi risguardare come un vero urto; non potendosi due molecole vicendevolmente attraentisi, incontrare se non in direzione opposta. Così la luce, il calore, il fuoco non sono materie particolari, nè differenti da ogni altra materia; ma sempre è la medesima materia che non ha sofferto altra alterazione, altra modificazione se non se una gran divisione di parti, e una direzione di moto in senso contrario per l'effetto dell'urto, e della reazione.

Quello che prova assai evidentemente che questa materia del fuoco e della luce non può essere una sostanza differente da tutta l'altra materia, si è, che conserva tutte le qualità essenziali; ed insieme la maggior parte degli attributi della materia comune.

Primieramente la luce, abbenchè composta di particelle pressochè infinitamente piccole, ess' è ciò non ostante ancora divisibile; poichè col prisma noi separiamo i raggi l'un dall' altro, o, per parlar più chiaramente, gli atomi diversamente colorati. In secondo luogo la luce, comechè in apparenza dotata d'una qualità tutta opposta alla gravità, cioè d'una volatilità che crederebbesi esserle essenziale; essa è nondimanco grave al pari d'ogni altra materia, poichè ella piegasi ogni volta che passa presso degli altri corpi, e che non trovasi fuori della loro sfera d'attrazione. Anzi devo dire che ella è molto pesante relativamente al suo volume, ch' è d'una picciolezza estrema, dacchè l'immensa velocità, colla quale la luce movesi in linea retta, non le proibisce di tollerar presso degli altri corpi l'attrazione bastante, perchè s'inclini e cangi in maniera sensibile a' nostri occhi. Terzo, la sostanza della luce non è più semplice di quella dell' altra materia; imperciocchè ella è composta di parti di peso ineguale, e il raggio rosso è molto più grave del raggio violetto, e fra questi due estremi ella contiene un' infinità di raggi intermedj, che alla gravità del raggio rosso o alla leggierezza del violetto più o meno avvicinansi; le quali conseguenze tutte derivano necessariamente da' fenomeni dell' inflessione, e dalla refra-

zione della luce [5], che realmente altro non è se non una infleſſione che ſi opera, allorchè la luce paſsa a traverſo di corpi diafani. Quarto noi poſſiamo dimoſtrare che la luce è maſſiccia, e che opera in qualchè caſo come tutti gli altri corpi, perciocchè indipendentemente dal ſuo effetto ordinario, ch'è di ſcintillare a' noſtri occhi, e indipen-

[5] Per convincerci che l'attrazione univerſale agiſce ſulla luce, non abbiſogna che eſaminare i caſi eſtremi della refrazione. Allorchè un raggio di luce paſſa attraverſo d'un criſtallo ſotto un certo angolo d'obbliquità, cangia in un ſubito di direzione, ed invece di continuare la ſua ſtrada, entra nel criſtallo, e ſi rifletta. Se la luce paſſa dal vetro nel voto, tutta la forza di queſta potenza s'eſercita, ed il raggio è coſtretto di rientrare, e rientra nel vetro per effetto della ſua attrazione da niente equilibrata: ſe la luce paſſa dal criſtallo nell' aria, l'attrazione del criſtallo più forte di quella dell' aria la riconduce ancora, ma con minor forza, perchè queſt' attrazione del vetro viene in parte diſtrutta da quella dell' aria che agiſce in ſenſo contrario ſul raggio di luce: ſe queſto raggio paſſa dal criſtallo nell' acqua, l'effetto è molto meno ſenſibile, il raggio entra con iſtento, diſtrutta eſſendo quaſi del tutto l'attrazione del criſtallo da quella dell' acqua che opponeſi alla ſua azione. Finalmente ſe la luce paſſa dal criſtallo nel criſtallo; ſiccome le due attrazioni ſono eguali, l'effetto ſcompare, ed il raggio continua la ſua via. Alcune altre ſperienze dimoſtrano che queſta potenza attrattiva, o queſta forza refringente, è ſempre preſſochè pro-

dentemente dall' azione sua propria accompagnata mai sempre da splendore, e bene spesso da calore, ella opera per la sua massa, allorchè noi la condensiamo riunendola, ed agisce a segno di mettere in moto dei corpi ben gravi collocati al fuoco di un perfetto specchio ustorio, di far girare un ago su di un perno posto al suo fuoco, di spingere, torre da luogo, e rintuzzare le foglie

porzionale alla densità delle materie trasparenti, trattine i corpi untuosi e sulfurei, la forza refringente, de' quali è maggiore a motivo della maggior analogia, e rapporto di Natura che ha la luce colle materie infiammabili, che colle altre materie.

Quando però rimanesse qualche dubbio su quest' attrazione della luce verso i corpi, si volgano gli occhj alle inflessioni che soffre un raggio allorchè passa molto vicino alla superficie d'un corpo. Un tratto di luce non può entrare per un picciolissimo pertugio in una camera oscura, senza essere potentemente attratto verso gli orli del medesimo: e questo piccolo fascetto di raggi si divide, e ciascun raggio vicino alla circonferenza del pertugio, piegasi verso questa circonferenza, e tale inflessione produce delle frangie colorate, delle apparenze costanti, che sono l'effetto dell'attrazione della luce verso i corpi vicini. Lo stesso accade dei raggi che passano tra due lame di coltello, gli uni si piegano verso la lama superiore, gli altri verso l'inferiore, e non vi sono che quelli di mezzo, che soffrendo dai due lati un eguale attrazione non isvianfi, e seguono la loro direzione.

d'oro o d'argento, che se le presentano avanti di fonderle, anzi prima di riscaldarle sensibilmente. Quest' azione prodotta dalla sua massa è la prima, e precede quella del calore; ed operasi tra la luce condensata, e le foglie del metallo nella maniera stessa che agisce fra due altri corpi che divengon contigui; onde la luce ha ancora questa proprietà comune con tutta l'altra materia. Quinto finalmente noi saremo obbligati di concedere che la luce è un misto, cioè una materia come la comune, composta non solamente di parti più grosse e più picciole, più o meno pesanti, più o meno mobili, ma ancora diversamente figurate. Chiunque avrà fatta considerazione ai fenomeni, che Newton chiama *gli accessi della facile riflessione e trasmissione della luce*, e agli effetti della doppia rifrazione del cristallo di rocca, e dello spato, chiamato cristallo d'Islanda, non potrà non conoscere, che gli atomi della luce hanno molti lati, molte facce differenti, le quali, secondo ch'elleno si presentano, producono costantemente effetti diversi [6].

---

[6] Ciascun raggio di luce ha due lati opposti dotati originalmente d'una proprietà, da cui dipende la rifrazione straordinaria del cristallo, e due altri lati opposti che non posseggono questa proprietà. *Ottic.* di Newton, *quest. XXVI.*

Ecco più che non abbisogna per dimostrare, che non è la luce una materia particolare, nè differente dalla comune; che la sua essenza è la medesima, medesime le sue proprietà essenziali; che infine non ne differisce, che per avere ella sofferto nel punto del contatto la ripulsione, donde ne viene la sua volatilità. E nel modo stesso che l'effetto della forza d'attrazione estendesi all' infinito sempre decrescendo a misura che lo spazio accrescesi, gli effetti della ripulsione s'estendono, e decrescono medesimamente, ma con ordine inverso, di modo che noi possiamo alla forza espansiva applicare quanto sappiamo della forza attrattiva. Queste sono per la Natura due stromenti della medesima specie, o piuttosto non sono che lo stesso stromento ch' ella maneggia in due opposti sensi.

Qualunque materia diverrà luce tosto che distrutta tutta la coerenza, si troverà divisa in molecole sufficientemente picciole, e che queste molecole essendo in libertà, verranno dalla mutua loro attrazione determinate

---

traduz. di Coste. *Nota*. Questa proprietà, della quale in questo luogo parla Newton, non può dipendere che dall' estensione, o dalla figura di ciascuno de' lati dei raggi, cioè degli atomi della luce. Veggasi quest' articolo più ampiamente in Newton.

a precipitarsi le une contro le altre. Nell' istante dell' urto eserciterassi la forza ripulsiva, e le molecole andran fuggendosi in tutt' i sensi con una velocità pressochè infinita, eguale però all' acquistata nel momento del contatto: imperciocchè la legge dell' attrazione essendo d'accrescere in ragione che lo spazio diminuisce, egli è evidente che nel contatto lo spazio sempre proporzionale al quadrato della distanza diviene nullo, e che per conseguenza la velocità acquistata in virtù dell' attrazione, deve in questo punto diventare quasi infinita, ed anche questa velocità sarebbe infinita, se immediato fosse il contatto, e per conseguenza assolutamente nissuna la distanza fra i due corpi; ma, siccome più volte abbiam detto, niente v'ha d'assoluto, niente di perfetto nella Natura, niente d'assolutamente grande, o d'assolutamente picciolo, niente d'intieramente nullo, e di veramente infinito; tutto ciò ch' io dissi della picciolezza *infinita* degli atomi costituenti la luce, dell' elasticità loro *perfetta*, della distanza *nulla* nel momento del contatto, deve intendersi con moderazione. Se si potesse dubitare di questa verità metafisica, ci sarebbe possibile di darne una fisica dimostrazione, senz' anche scostarci punto dal nostro soggetto. Tutto il Mondo sa che la luce per venire dal Sole insino a noi, impiega

all' incirca fette minuti e mezzo di tempo. Supponendo dunque il Sole lontano trentasei milioni di leghe, la luce fcorre quefta enorme diftanza in fette minuti e mezzo, oppure, ciò che torna il medefimo (fuppofto il fuo moto uniforme) ottanta mille leghe in un fecondo, e quefta velocità, la quale, comechè prodigiofa, è nulladimeno ben lungi dall' effere infinita, potendofi determinare per numeri, cefferà di fembrar prodigiofa, quando riflettafi che la Natura fembra camminare sì in grande che in picciolo coll' eguale preftezza. Bafta calcolare la celerità di moto delle comete intorno al loro periellio, oppure quella de' Pianeti che movonfi il più rapidamente, per convincerci, che la velocità di quefte maffe immenfe, abbenchè menoma, puoffi tuttavia paragonare con quella de' noftri atomi di luce.

E ficcome tutta la materia può convertirfi in luce per la divifione, e la ripulfione delle fue parti eccessivamente divife, allorchè provano un urto le une contro le altre, la luce può così cangiarfi in ogni altra materia per l'addizione delle fue proprie parti accumulate per l'attrazione degli altri corpi. Noi vedremo in feguito che tutti gli elementi fono convertibili; e fe dubitoffi che la luce, che pare l'elemento il più femplice, poffa convertirfi in foftanza folida, fi è, e perchè non fi è fatta fufficien-

te attenzione a tutt' i fenomeni, e perchè ſi aveva il pregiudizio, ch' eſſendo eſſenzialmente volatile, ella non poteſse giammai divenir fiſsa. Ma non abbiamo noi forſe provato che la fiſsezza, e la volatilità dipendono dalla medeſima forza attrattiva nel primo caſo, divenuta ripulſiva nel ſecondo; e con ciò non abbiamo fondamento di credere che queſto cangiamento della materia fiſsa in luce, e della luce in materia fiſsa, è una delle più frequenti operazioni della Natura?

Dopo aver dimoſtrato che l'impulſione dipende dall' attrazione; che la forza eſpanſiva è la medeſima che la forza attrattiva divenuta negativa; che la luce, e con maggior ragione il calore, e il fuoco altro non ſono che modificazioni della materia comune; che non eſiſte, in una parola, che una ſola forza ed una ſola materia, ſempre pronta ad attraerſi, o a reſpingerſi ſecondo le circoſtanze; cerchiamo ora come la Natura poſsa variare all'infinito le ſue opere con queſto ſolo mezzo, ed unico ſoggetto: noi procederemo con metodo in queſta ricerca, e ne preſenteremo con maggior chiarezza i riſultati, aſtenendoci dal paragonar toſto gli oggetti più lontani, più oppoſti come il fuoco, e l'acqua, l'aria, e la terra, e conducendoci al contrario per le medeſime inſenſibili gradazioni, che ſegue la Natura in tutt'i

suoi andamenti. Paragoniamo dunque le cose più vicine, e cerchiam comprenderne le differenze, cioè, le particolarità, e ingegniamoci di rappresentarle più evidentemente, che le loro generalità. Nel primo punto di vista generale la luce, il calore, il fuoco non sono che un solo oggetto; ma nel punto di vista particolare questi sono tre oggetti distinti, tre cose, che quantunque si rassomiglino per un gran numero di proprietà, variano ciò non ostante per un picciolo numero d'altre proprietà assai essenziali, che possiamo considerarle come tre cose differenti, e debbonsi paragonare ad una ad una.

Quali sono le proprietà comuni alla luce ed al fuoco, quali sono le loro proprietà differenti? La luce, si risponde, e il fuoco elementare non sono che una medesima cosa, una sola sostanza. Abbenchè ciò possa essere, asteniamci nondimeno dal decidere su questo primo punto, per non aver ancora chiara l'idea del fuoco elementare. La luce e il fuoco, quali noi li conosciamo, non sono eglino all'opposto due cose differenti, due sostanze distinte, e diversamente composte? Vero è, che il fuoco spesse volte è luminoso, ma egli esiste qualche volta anche senza veruna apparenza di luce; e il fuoco o luminoso, o oscuro ch'ei sia, non esiste giammai senza un gran calore, dove per l'opposto la luce sfavilla sovente e risplende

ſplende ſenza il menomo calor ſenſibile. La luce ſembra eſsere l'opera della Natura, e il fuoco non è che il prodotto dell' induſtria dell'uomo; la prima ſuſſiſte, per così dire, da ſe ſteſsa, e ſparſa ritrovaſi negli immenſi ſpazj dell'Univerſo tutto; il ſecondo non può ſuſſiſtere, ſe non per mezzo degli alimenti, e non trovaſi che in qualche punto dello ſpazio, ove l'uomo lo conſervi, o in qualche profondo ſito della terra, ove ancora mantenuto venga da convenevoli alimenti. Non niegaſi che la luce, condenſata ch'ella ſia, e riunita dall'arte dell' uomo, poſsa produrre del fuoco; ma queſto non accade che quando eſsa percuote ſu delle materie combuſtibili. Eſsa dunque al più, e in queſto ſolo caſo, non è altro che il principio del fuoco, non già il fuoco ſteſſo; e queſto medeſimo principio non è immediato; poichè ne ſuppone uno intermedio, quello cioè del calore, il qual par che s'accoſti aſſai più che la luce, all'eſſenza del fuoco. Ora tante volte eſiſte ſenza luce il calore, quante la luce ſenza calore; perlochè queſti due principj non ſembrano neceſſariamente inſieme legati, e i loro effetti non ſono nè ſimultanei, nè contemporanei, poichè in certe circoſtanze ſenteſi il calore molto prima dell' apparir della luce, e in altre vedeſi la luce molto tempo prima di ſentire il calore, ed anche ſenza ſentirne.

Nel resto il calore non è egli un'altra maniera d'essere, una modificazione della materia, che certamente meno d'ogni altra differisce da quella della luce, ma che si può tuttavia considerare a parte, e che dovrebbesi concepire più facilmente? Imperciocchè la facilità più o meno grande, che noi proviamo a concepire le differenti operazioni della Natura, dipende da quella, che noi abbiamo di applicarvi i nostri sensi. Quando un effetto della Natura cade sotto due dei medesimi, come a dire, la vista, e il tatto, noi crediamo di averne piena cognizione, ma un effetto che non fa impressione se non su l'uno, o su l'altro, riesce più difficile a conoscersi; e in questo caso la facilità, o la difficoltà di giudicarne, dipende dal grado di superiorità, che trovasi tra i nostri sensi. La luce che noi non conosciamo, che per lo senso del vedere (senso il più fallace, e il più imperfetto) dovrebbe esserci men cognita che il calore, che ferisce il tatto, e affetta quindi il più sicuro de' nostri sensi. Tuttavia convien confessare, che, malgrado quest' avvantaggio, si sono fatte minori scoperte sulla Natura del calore, che su quella della luce, ossia perchè l'uomo meglio comprenda quello, che vede, che quel che sente; oppure perchè la luce presentandosi ordinariamente, come una sostanza da tutte le altre distinta

e differente, degna ſia paruta di particolare conſiderazione; e per lo contrario il calore il cui effetto è più oſcuro, preſentandoſi, come un oggetto meno iſolato, men ſemplice, non è ſtato riſguardato, come ſoſtanza diſtinta, ma come un attributo della luce, e del fuoco.

Quand' anche ſi trovaſſe fondata quell' opinione, che fa del calore un puro attributo, una qualità ſemplice, ſarebbe ſempre più utile di conſiderare il calore in ſe ſteſſo, e per gli effetti che produce da ſolo, cioè, quando ſembraci indipendente dalla luce, e dal fuoco. La prima coſa che mi ſi affacci, e che a me pare ben degna di conſiderazione, ſi è, che la ſede del calore è diverſa da quella della luce; poichè queſta occupa e percorre gli ſpazj vuoti dell' Univerſo, e il calore all' oppoſto trovaſi generalmente ſparſo in tutta la materia ſoda. Il globo della terra, e tutte le ſoſtanze, che lo compongono, hanno un grado di calore ben più notabile di quello che s' immagini. L' acqua ha il ſuo grado di calore che non perde, ſe non cangiando lo ſtato, cioè, perdendo la ſua fluidità; l'aria anch' eſſa non è priva del ſuo calore, che noi chiamiamo temperatura, la quale molto varia, ma non perdeſi giammai interamente, poichè la ſua molla ſuſſiſte anche nel più gran freddo; il fuoco ſteſſo ha i ſuoi diverſi gradi di calore, che ſembrano

meno dipendere dalla Natura sua propria, che da quella degli alimenti che lo nodriscono. Così tutta la materia cognita è calda, e per conseguenza il calore è una affezione molto più generale che quella della luce.

Il calore penetra tutt' i corpi senza veruna eccezione, che ad esso sono esposti, ma all' opposto i soli corpi diafani lasciano il passaggio alla luce; e viene arrestata, ed in parte rispinta da tutt' i corpi opachi. Par dunque che il calore agisca d'una maniera ben più generale e più palpabile, che non fa la luce; ed abbenchè le particine del calore siano eccessivamente piccole, penetrando esse i corpi più fitti, parmi nondimeno che possasi dimostrare ch' elleno sono assai più grosse di quelle della luce; imperciocchè colla luce si produce del calore, riunendola in gran quantità; e inoltre agendo il calore sul senso del tatto, egli è necessario, che la sua azione sia proporzionale alla grossezza di questo senso, siccome la dilicatezza degli organi della vista sembra esserlo all' estrema finezza delle particelle della luce. Queste movonsi colla più gran velocità, agiscono sull' istante a distanze immense, mentrechè quelle del calore non hanno che un moto progressivo assai lento, e pare che non s'allontanino, che a piccoli intervalli, dal corpo, da cui emanano.

Il principio d'ogni calore sembra essere

l'attrizione de' corpi, ed ogni sfregamento, cioè, ogni moto in senso contrario tra materie solide, produce del calore; e se questo medesimo effetto non iscorgesi ne' fluidi, si è perchè le loro parti non toccansi assai da vicino per potere essere strofinate le une contro le altre, e perchè avendo poco d'aderenza tra loro, la resistenza che oppongono, è troppo debole, perchè il calore possa nascere o manifestarsi ad un grado sensibile; ma in questo caso vedesi spesso della luce prodotta da siffatto sfregamento di un fluido, senza senso di calore. Tutt'i corpi o di piccolo o di grande volume incontrandosi in senso contrario riscaldansi: dunque il calore è il prodotto del moto di ogni materia palpabile, di qualunque volume ella sia; invece che la produzione della luce, che fassi anche essa per mezzo del moto in senso contrario, suppone di più la divisione della materia in parti piccolissime; e siccome quest'operazione della Natura è la stessa, tanto per la produzione del calore, quanto della luce, essendo amendue prodotte dal moto in senso contrario, e dall'incontro de' corpi, devesi perciò conchiudere che gli atomi della luce sono sodi per se stessi, e caldi al momento della loro origine; ma non possiamo poi egualmente assicurarci ch'eglino il calore conservino al medesimo grado che la luce, nè che lasci-

no d'effer caldi pria di ceffar d'effere luminofi. Alcune famigliari efperienze fembrano indicare che il calore della luce del Sole aumenti in paffando attraverfo uno fpecchio piano, abbenchè la quantità della luce venga confiderevolmente diminuita dalla riffeffione, che faffi alla fuperficie efteriore dello fpecchio, e la materia fteffa del vetro ne ritenga una certa quantità. Altre efperienze più ricercate [7] pare che provino che la luce aumenta di calore a mi-

[7] Un valente Fifico (il Sig. de Sauffure cittadino di Ginevra) ha voluto comunicarmi il rifultato delle fperienze da lui fatte ne'le montagne ful differente calore de' raggi del Sole, ed io riferirò qui le fue fteffe parole. „ Ho fatto fare „ nel Marzo del 1767. cinque caffe rettangolari „ di vetro bianco di Boemia, ciafcuna delle „ quali è la metà d'un cubo tagliato paralella„ mente alla bafe; la prima ha un piede di „ larghezza in ogni fenfo fopra fei pollici d'al„ tezza; la feconda dieci pollici fopra cinque, „ e così di feguito fino alla quinta che ha due „ pollici fopra uno. Tutte quefte caffe fono „ aperte nel fondo, e s'incaftrano le une nell' „ altre fu di una tavola molto groffa, di legno „ di pero annerito, alla quale debbono effer „ fiffate. Io adopro per quefta fperienza fette „ termometri, l'uno fofpefo nell'aria, perfet„ tamente ifolato a canto delle caffe, ed alla „ medefima diftanza dal fuolo; l'altro pofto „ fulla caffa efteriore al di fuori della medefi„ ma, e quafi al mezzo; il fecondo egualmen„ te pofto fulla feconda caffa, e così fucceffi„ vamente gli altri fino all'ultimo, il quale fi

fura che attraverfa una più gran denfità della noftra atmosfera.

Egli è incontraftabile, che il calore diventa più minore, o il freddo più grande, a mifura che noi andiamo all' alto dalle montagne : ed è altresì vero, che il calore, che viene dal globo tutto della terra, deve effere meno fenfibile fu quefte prominenze, che non è nelle pianure; ma quefta cagione non è del tutto proporzionale all' effetto; perchè l' azione del calore, che

B 4

„ trova fotto la quinta caffa, e approfondato
„ fino alla metà nel legno della tavola.

„ Devefi offervare che tutti quefti termometri fono di mercurio, e che tutti, toltone
„ l' ultimo, hanno la palla nuda, e non fono
„ collocati come gli ordinarj fopra un affe, o
„ in una fcatoletta, la maggiore o minore attitudine dei quali a ricevere, e a confervare
„ il calore, fa interamente variare i rifultati
„ delle fperienze.

„ Efpofto tutto quefto apparecchio al Sole in
„ un luogo fcoperto, per efempio, ful muro di
„ recinto d'un gran terrapieno; io trovo che il
„ termometro fofpefo nell' aria libera afcende
„ meno di tutti, e che quello che trovafi fulla
„ caffa efteriore s' innalza un poco più, fucceffivamente quello ch' è fulla feconda, e così
„ degli altri; offervando però che il termometro
„ collocato fulla quinta caffa, afcende più alto
„ di quello ch' è al di fotto della medefima, e
„ per metà nel legno della tavola: Io ho veduto quello montare alli 70. gradi di Reaumur (collocando l' O alla congelazione, e
„ l' 80.mo grado all' acqua bollente). Le frutta

emana dal globo terrestre, non potendo diminuirsi che in ragione del quadrato della distanza, non pare che all' altezza d' una mezza lega, che non è più che la tremillesima parte del semidiametro del globo, il cui centro deve prendersi pel fuoco del calore; non pare, dico, che questa differenza, la quale in quest' ipotesi non è che un' unità sopra nove milioni, possa produr-

---

„ esposte a questo calore si cuocono, e mandano fuori il loro sugo.

„ Quando quest' apparecchio è esposto al Sole „ di mattino, il maggior calore comunemente „ osservasi verso le due ore e mezzo dopo il „ mezzo giorno, e questo calore non lo perde „ intieramente se non dopo molte ore da che è „ stato ritirato dai raggi del Sole.

„ Questo stesso apparecchio io l'ho fatto portare su una montagna alta incirca cinquecento tese al disopra del luogo, ove eran solite „ farsi le sperienze, ed ho trovato che il raffreddamento prodotto dall' innalzamento agiva molto più sui termometri sospesi nell' aria „ libera, che su quelli ch' erano rinchiusi nelle „ casse di vetro, quantunque io avessi avuta la „ cura di empirle dell' aria stessa della montagna, per riguardo al falso pensamento di „ quelli che credono il freddo delle montagne „ derivare dalla purezza dell' aria, che vi si „ respira.

Sarebbe a desiderarsi che il Sig. de Saussure, dalla sagacità del quale non possiamo aspettarci che cose eccellenti, portasse ancora più lungi queste sperienze, e si compiacesse di pubblicarne i risultati.

re una diminuzion di calore così considerevole, che sia a un di presso eguale a quella che provasi elevandosi a siffatta altezza; perciocchè e il termometro abbassavisi in ogni tempo dell' anno fino al grado della congelazione dell' acqua, e la neve o il ghiaccio sussistono a questa altezza sulle grandi montagne in tutte le stagioni. Non sembra dunque probabile che questa gran differenza di calore unicamente provenga dalla differenza del calore della terra; di che noi saremo pienamente convinti, se rifletteremo che all' altezza de' vulcani, ove la terra è più calda, che in altra parte della superficie del globo, il freddo dell' aria è quasi lo stesso, che nell' altre montagne alla medesima altezza.

Potrebbesi dunque dubitare, che gli atomi della luce, quantunque caldissimi nel momento della loro origine, e nell' uscir del Sole, si raffreddino d' assai ne' sette minuti e mezzo di tempo ch' essi impiegano in passare dal Sole alla Terra, massimamente ch' essendo la durata del calore, o, ciò che torna il medesimo, il tempo del raffreddamento de' corpi in ragione del loro diametro, sembrerebbe non far di mestieri che di un piccolissimo momento per lo raffreddamento degli atomi della luce, quasi infinitamente piccoli; e questo succederebbe effettivamente s' eglino fossero isolati; ma sic-

come quaſi immediatamente ſuccedonſi, e propaganſi in faſcetti tanto più fitti, quanto più vicini ritrovanſi alla loro origine, il calore che ciaſcun atomo va perdendo, cade ſui vicini, e queſta reciproca comunicazion di calore, che parte da ciaſcun atomo, trattiene più lungo tempo il calor generale della luce; e ſiccome la loro direzione è coſtantemente divergente, ed aumenta l'allontanamento dell' uno dall' altro in ragione dello ſpazio, che percorrono; e nel medeſimo tempo il calore che parte da ciaſcun atomo, come centro, ſcema nella medeſima ragione; ne ſegue che l'azione della luce dei raggi ſolari, decreſcendo in ragione inverſa del quadrato della diſtanza, quella del loro calore ſcema in ragione inverſa del quadrato-quadrato della diſtanza medeſima.

Prendendo dunque per unità il ſemidiametro del Sole, e ſupponendo l'azion della luce come 1000, alla diſtanza d'un ſemidiametro della ſuperficie di queſt' aſtro, eſſa non ſarà più che come $\frac{1000}{4}$ alla diſtanza de' due ſemi-diametri, e come $\frac{1000}{9}$ a quella de' tre ſemi-diametri, e $\frac{1000}{16}$ alla diſtanza di quattro ſemi-diametri, ed alla fine nell' arrivare a noi, che ſiamo diſtanti dal Sole trentaſei milioni di leghe, cioè, circa ducento ventiquattro di queſti ſemi-diametri,

l'azione della luce sarà come $\frac{1000}{50625}$, cioè più di cinquantamille volte più debole che all' uscir del Sole, e il calore di ciascun atomo di luce supposto 1000 all' uscir del Sole, non sarà più che come $\frac{1000}{16}$, $\frac{1000}{81}$, $\frac{1000}{256}$ alla distanza successiva di 1, 2, 3 semidiametri, ed in arrivando a noi, come $\frac{1000}{2562890625}$, cioè, più di due mille cinquecento milioni di volte più debole che nel partir dal Sole.

Quand' anche non si volesse ammettere questa diminuzione del calor della luce in ragione del quadrato-quadrato della distanza dal Sole, quantunque questa estimazione mi sembri fondata su un raziocinio assai chiaro, sarà però sempre vero che il calore nel propagarsi diminuisce molto più della luce, almeno in quanto all' impressione che fanno amendue sui nostri sensi. Si ecciti un fortissimo calore, accendasi un gran fuoco in un punto dello spazio, non sentirassi che a mediocre distanza; laddove la luce vedesi a grandissime distanze. Appressiamo a poco a poco la mano ad un corpo eccessivamente caldo, e noi s'accorgeremo alla sensazione sola il calore aumentarsi molto più, che non diminuisce lo spazio. Imperciocchè noi ci scaldiamo sovente con piacere a una distanza, non diversa, se non di qualche

pollice, da quella, ove ci abbrucieremmo. Tutto sembra dunque indicarci che il calore diminuisce in ragion maggiore che la luce a misura che tutte due s'allontanano dal fuoco, da cui dipartonsi.

Quindi si può credere che gli atomi della luce son raffreddati non poco, allorchè arrivano alla superficie della nostra atmosfera, ma che nell' attraversare la grande spessezza di questa massa trasparente, ivi riacquistino un nuovo calore per mezzo dello sfregamento: la velocità infinita, colla quale le particole della luce fendono quelle dell' aria, deve produrre un calore altrettanto più grande, quanto più moltiplicato è lo strofinamento, ed è probabilmente per questo che il calore de' raggi solari trovasi in realtà molto più grande negli strati inferiori dell' atmosfera, e che il freddo dell' aria pare aumentarsi considerevolmente a misura che andiamo all' alto: può darsi ancora che siccome la luce non prende calore se non riunendosi, faccia d'uopo d'un gran numero d'atomi di luce per costituirne un solo di calore; e che per questa ragione la luce debole della Luna, benchè strisciata nell' atmosfera, come quella del Sole, non prenda alcun grado di calore sensibile. Se, secondo il parere del Sig. Bouger [8], l'intensità

[b] Saggio di Ottica sulla gradazione della luce.

della luce del Sole alla superficie della terra, è trecento mille volte più grande di quella della luce della Luna, questa non può che essere quasi assolutamente insensibile, anche riunita al fuoco de' più potenti specchj ustorj, che al più arrivano a condensarla circa due mille volte, dalle quali detraendo la metà per la perdita a motivo della riflessione, o refrazione, non rimane al foco dello specchio che una trecentesima parte d'intensità. Ora sonvi termometri assai sensibili per dimostrare il grado di calore contenuto in una luce trecento volte più fiacca di quella del Sole? e potrannosi fabbricare specchj abbastanza abili a condensarla maggiormente?

Da quanto ho detto non devesi però inferire, che la luce possa esistere senza verun calore, ma solamente che i gradi di questo calore sono differentissimi secondo le varie circostanze, e sempre insensibili, quando la luce è debolissima [9]. Il calore al con-

[9] Si potrebbe anche presumere che la luce in se stessa sia composta di particelle più o men calde. Il raggio rosso, i di cui atomi sono molto più massicci, e probabilmente più grossi di quelli del raggio violato, deve in ogni circostanza trattenere molto più di calore, e questa presunzione parmi fondata quanto basti per procurare di confermarla coll' esperienza; al qual fine non sarebbe necessario che ricevere, all' uscire del prisma, un' eguale quantità di raggi

trario pare abitualmente esistere, e anche farsi sentir vivamente senza luce, ed ordinariamente da essa non è accompagnato, se non quando diventa eccessivo. Ma ciò, che pone una differenza molto essenziale tra queste due modificazioni della materia, si è che il calore, che penetra in tutt' i corpi, non pare che si fissi in alcuno, nè vi si trattenga che per poco tempo; e la luce all' incontro s'incorpora, s'ammortisce, e spegnesi in tutti quelli che non la riflettono, o non lascianla liberamente passare. Fate riscaldare a qualunque grado corpi d'ogni maniera; tutti in ben poco di tempo per-

rossi, e di' raggi violati, fu due piccoli specchj concavi, e due lenti refringenti, e vedere nel termometro i risultati degli uni, e degli altri.

Ricordomi d'un' altra esperienza, la quale sembra dimostrare che gli atomi cilestri della luce sono più piccoli di quelli degli altri colori: ed è, che ricevendo su di una sottilissima foglia d'oro battuto la luce del Sole, questa si riflette tutta, trattine i raggi cilestri, i quali passano attraverso la foglia d'oro, e pingono d'un bell' azzurro la carta bianca, che ponesi a qualche distanza dietro la foglia d'oro. Questi atomi cilestri sono dunque più piccoli degli altri, poichè essi passano per dove gli altri non possono passare: non insisto però sulle conseguenze che devonsi cavare da questa sperienza, perchè questo colore cilestro, prodotto in apparenza dalla foglia d'oro, può appartenere al fenomeno delle ombre cilestre, delle quali parlerò in una delle Memorie seguenti.

deranno il calore acquiſtato, ritorneranno al grado della temperatura generale, e non avranno per conſeguenza più che il medeſimo calore che avevano dapprima: ricevete parimente la luce in più o meno quantità ſu de' corpi neri o bianchi, rozzi o levigati, e riconoſcerete facilmente che gli uni l'ammettono, gli altri la riſpingono, e che invece d'eſſerne affetti d'una maniera uniforme, come dal calore, eglino non lo ſono che in maniera relativa alla loro natura, al loro colore, alla loro levigatezza; e i neri aſſorbiranno più luce che non i bianchi, gli aſpri più che non i levigati; e queſta luce una volta aſſorbita, rimane fiſſa, e dimora ne' corpi che l'hanno ammeſſa, nè più ricompare, o ne eſce, come fa il calore; onde dovrebbeſi conchiudere che gli atomi della luce poſſon divenire parti conſtitutive de' corpi, ſe uniſcanſi alla materia che li compone, e il calore invece non fiſſandoſi, pare al contrario impedire l'unione di tutte le parti della materia, e non agire che per tenerle ſeparate.

Sonovi tuttavia de' caſi, ne' quali il calore ſi fiſsa e dimora ne' corpi, ed altri caſi, ne' quali la luce ſtata da' corpi aſsorbita, ricompare e n'eſce come il calore. I diamanti, e l'altre pietre traſparenti, che imbevonſi della luce del Sole, le pietre opache, come quella di Bologna, che dalla cal-

cinazione ricevono le particelle di un fuoco brillante, e tutt'i fosfori naturali, tramandano la luce, che hanno asſorbita; e queſta reſtituzione, o perdimento di luce ſi fa ſucceſſivamente e col tempo a un di preſſo come quello del calore; il che forſe ſuccede o in tutto, o in parte ne' corpi opachi. Comunque la coſa ſia, dopo ciò, che abbiam detto, pare che debbanſi riconoſcere due ſorta di calore, uno lucido, di cui il Sole è la miniera immenſa, e l'altro oſcuro, il di cui grande riſerbatojo è il globo terreſtre. Il noſtro corpo, come parte del globo, avvicinaſi a queſto calore oſcuro per ſe ſteſſo, cioè ſenza luce. Egli ci è ancora oſcuro, perchè non lo percepiamo per via d'alcuno de' noſtri ſenſi. Avviene di queſto calore del globo come del ſuo movimento; che noi vi ſiamo ſommeſſi; ne partecipiamo ſenza ſentirlo, e ſenza dubitarne. Da quì è nato, che i Fiſici hanno rivolte ſubito tutte le loro viſte, e le loro ricerche al calore del Sole, non badando ch' eſſo non era che una picciolisſima parte di quello, che realmente proviamo; ma avendo eglino coſtrutti ſtromenti per riconoſcere la differenza del calore immediato de' raggi del Sole in eſtate, a quella di queſti medeſimi raggi in inverno, hanno non ſenza meraviglia trovato, che queſto calore ſolare in eſtate è ſeſſantaſei volte più grande che in inverno nel noſtro

clima, e che nondimeno il più gran calore della nostra state non differisce che d'un settimo dal più gran freddo del nostro inverno; e di quì conchiusero a gran ragione, che indipendentemente dal calore, che dal Sole noi riceviamo, un altro ne emana dal globo medesimo della terra ben più considerevole, di cui quello del Sole non è che il compimento; in maniera che in oggi è dimostrato che il calore che parte dall'interno della terra [10], nel nostro clima, è almeno ventinove volte in estate, ed in inverno quattrocento volte più grande del calore, che ci viene dal Sole; dico almeno, perciocchè qualunque esattezza i Fisici, e particolarmente il Mairan, abbiano usata in queste ricerche, qualunque precisione abbian essi potuto mettere nelle loro osservazioni, e ne' loro calcoli, io ho compreso esaminandoli, che il risultato poteva montare più alto [11].

---

[10] Veggasi la Storia dell' Accademia delle Scienze, *ann.* 1702. *pag.* 7.; e la Memoria del Sig. Amontons, *pag.* 155.; e le Memorie del Sig. de Mairan, *ann.* 1710. *pag.* 104; 1721. *pag* 8.; e 1765. *pag.* 143.

[11] I Fisici hanno preso pel grado di freddo assoluto i mille gradi al disotto della congelazione. Era di mestieri piuttosto supporlo di dieci mille, che di mille; perciocchè quantunque io sia persuasissimo che nella Natura niente v'è d'assoluto, e che un freddo di dieci mille gradi forse non si dà che negli spazj i più lontani

Questo gran calore, che risiede nell' intimo del globo, e che costantemente trapela all' esteriore, deve entrare come elemento nella combinazione di tutti gli altri elementi. E se il Sole è il padre della Natura, il calore della terra ne è la madre, e tutt' e due s' unifcono per produrre, mantenere, animare gli esseri organizzati, e per lavorare, assimilare, comporre le sostanze inanimate. Questo interiore calore del globo, che sempre tende dal centro alla circonfe-

---

dal Sole; tuttavia siccome qui si tratta di prendere per unità il più gran freddo possibile, io l'avrei almeno supposto più grande di quello, la metà, o i tre quinti del quale noi possiamo produrre. Imperciocchè a Pietroburgo, alli 6. Gennajo 1760. sonosi artificialmente ottenuti cinquecento novantadue gradi di freddo, in tempo che il freddo naturale era di gradi trentuno al disotto della congelazione. Che se la stessa sperienza si fosse fatta in Siberia, dove il freddo naturale arriva talvolta ai settanta gradi, ottenuto sarebbesi un freddo di più di mille gradi, giacchè s'è osservato che il freddo artificiale segue la stessa proporzione del freddo naturale. Ora $31 : 592 :: 70 : 1336\frac{24}{31}$. Sarebbe dunque possibile d'ottenere in Siberia un freddo di mille trecentrentasei gradi al disotto della congelazione; dunque il maggior grado di freddo possibile deve supporsi molto al di là dei mille, ed anche dei trecento trentasei per farne l'unità, alla quale si riferiscono i gradi del calore tanto solare, quanto terrestre; ciò, che non lascerebbe di renderne

renza, e che perpendicolarmente va scostandosi dalla superficie della terra, egli è, secondo me, un grand' agente nella Natura, e non può dubitarsi ch' egli abbia la principale influenza sulla perpendicolarità de' tronchi delle piante, sui fenomeni dell' elettricità, de' quali la principal causa è lo sfregamento o movimento in senso contrario, ed anche sugli effetti del magnetismo ec. Ma siccome io non pretendo di far quì un trattato di Fisica, mi limiterò agli effetti

anche maggiore la differenza. — Un' altra osservazione da me fatta, nell' esaminare la costruzione della tavola, nella quale il Sig. de Mairan dà i rapporti del calore delle emanazioni del globo terrestre a quelli del calor solare in tutt' i climi della terra, si è, ch' egli non ha pensato, o ha trascurato di farvi entrare la considerazione della grossezza del globo maggiore sotto l' equatore che sotto i poli; la quale però dovrebbe essere contata, ed avrebbe alcun poco cangiati i rapporti, ch' egli dà per ciascuna latitudine. — Finalmente una terza osservazione e che appartiene alla prima si è, ch' egli (*alla pag.* 160.) dice che avendo fatta costruire una macchina, la quale era come un estratto de' miei specchj ustorj, ed avendo fatta cadere la luce riflessa del Sole su dei termometri, aveva sempre osservato, che se uno specchio piano aveva innalzato il liquore, per esempio, a tre gradi, due specchj, la luce dei quali si riuniva, lo facevano ascendere a sei gradi, e tre specchj a nove. Ora, egli è facile d' intendere che questo non può essere generalmente vero, poichè la grandezza dei gradi del termo-

di questo calore sugli altri elementi. Basta egli solo, anzi è più di quel che abbisogni a mantenere la rarefazione dell' aria al grado, che noi la respiriamo, ed egli è più che bastevole a conservare nell' acqua il suo stato di fluidità; imperciocchè avendo fatti discendere alla profondità di cento venti braccia de' termometri [12], ritirandoli prontamente, si è scorto che la temperatura dell' acqua era ivi quasi la stessa che nell' interior

metro non è fondata che sulla divisione in mille parti, e sul supposto che mille gradi al disotto della congelazione formino il freddo assoluto; e siccome questo termine è lontano dall' essere quello del maggior freddo possibile, egli è necessario che un aumento di calore doppio, o triplo che ottiensi dall' unione di due o tre specchj, innalzi il liquore ad altezze differenti da quella dei gradi del termometro, secondo che la sperienza sarà fatta in tempo più o meno caldo. Il tempo poi, in cui queste altezze s' accorderanno meglio, o saranno meno differenti, sarà nei giorni caldi della state; onde, essendo state fatte le sperienze alla fine di Maggio, fu solo per accidente che cogli specchj ustorj si abbia ottenuto il risultato degli aumenti di calore proporzionale ai gradi della scala del termometro. Ma io troncherò questa critica, riportandomi a ciò che ho detto vent' anni prima della Memoria del Sig. Mairan sulla costruzione d' un termometro esatto, e sua graduazione per mezzo dei miei specchj ustorj. *Veggansi le Memorie dell' Accademia delle Scienze dell' anno* 1747.

[12] Storia fisica del mare del Sig. Conte Marsigli, *pag.* 16.

della terra ad eguale profondità, cioè, di dieci gradi e due terzi. E ſiccome l'acqua più calda monta ſempre alla ſuperficie, e il ſale le impediſce d'agghiacciare, non deve far ſorpreſa ſe in generale il mare non agghiaccia, e l'acque dolci non gelano che a una certa altezza, rimanendo ſempre liquida l'acqua del fondo, anche nel maggior freddo, ed in tempo che gli ſtrati ſuperiori ſono agghiacciati a dieci piedi d'altezza.

Ma la terra fra tutti gli elementi è quello, ſu cui queſt' interno calore ha dovuto produrre, e produce ancora i più grandi effetti. Dopo le prove da me date ſu ciò [13] non ſi può dubitare che queſto calore ſtato non ſia originariamente più grande che non è al preſente; onde a queſto, come a cauſa prima, ſi devono riferire tutte le ſublimazioni, precipitazioni, aggregazioni, ſeparazioni, in una parola, tutt' i movimenti che ſi ſon fatti, e ſi fanno tutto giorno nell' interiore del globo, e ſoprattutto nello ſtrato eſteriore fin dove noi penetrammo, la cui materia è ſtata ſmoſſa o dagli agenti della Natura, o dalle mani dell' uomo, non eſſendo preſumibile che ad una, o forſe a due leghe di profondità ſianvi ſtate delle tra-

[13] Veggaſi in queſt' Opera l'articolo della formazione de' Pianeti, e gli articoli delle epoche della Natura.

ſmutazioni di materia, o che vi ſi facciano ancóra de' cangiamenti reali; poichè ſtata eſſendo fuſa, e liquefatta dal fuoco tutta la maſſa del globo, l'interiore non è che un vetro, o concreto, o diſcreto, la cui ſoſtanza ſemplice non può ricevere dal ſolo calore alterazione veruna. Non vi ha dunque che lo ſtrato ſuperiore e ſuperficiale, ch' eſpoſto eſſendo all' azione delle cauſe eſteriori, avrà ſofferte tutte quelle modificazioni, che in eſſo avranno potuto produrre queſte cauſe unite a quella del calore interno, coll' azion loro combinata, cioè tutte le modificazioni, tutte le differenze; brevemente, le forme tutte delle minerali ſoſtanze.

Il fuoco che a prima viſta altro eſſer non pare che un compoſto di calore e di luce, non ſarebb' egli ancora una modificazione della materia da conſiderarſi a parte, abbenchè non differiſca eſſenzialmente dall' uno o dall' altra, ed anche meno da tutte due preſe inſieme? Egli non eſiſte giammai ſenza calore, ma può eſiſtere ſenza luce. Si vedrà dalle mie ſperienze, che il calor ſolo, ſpogliato di ogni apparenza di luce, può produrre i medeſimi effetti che il fuoco più violento. Scorgeſi altresì che la ſola luce produce i medeſimi effetti, allorchè è riunita, anzi ella ſembrá portare in ſe ſteſſa una ſoſtanza che non ha biſo-

gno d'alimento; e il fuoco per lo contrario non può sussistere se non assorbendo dell' aria, e quanta maggiore ne assorbisce, diventa tanto più violento; mentre la luce concentrata, e ricevuta in un vaso spogliato d'aria, agisce come il fuoco nell' aria, e il calore rinserrato, e trattenuto in uno spazio chiuso sussiste ed aumenta con una picciolissima quantità d'alimento. Par dunque che la più general differenza tra il fuoco, il calore, e la luce, consista nella quantità, e fors' anche nella qualità de' loro alimenti.

L'aria è il primo alimento del fuoco, e le materie combustibili il secondo. Intendo per primo alimento quello ch'è sempre necessario, e senza del quale il fuoco non potrebbe fare alcun uso degli altri. Alcune sperienze note a tutt'i Fisici ci dimostrano che un picciol punto di fuoco, quale è quello d'una candela di cera collocata in un vaso ben chiuso, assorbisce in poco tempo una gran quantità d'aria, e ch'essa si spegne, tostochè o la quantità o la qualità di quello alimento le manchi. Altre sperienze non ignote a' Chimici provano che le materie le più combustibili, come i carboni, abbenchè esposte all'azione del più gran fuoco, non consumansi in vasi ben chiusi. L'aria è dunque il primo e vero alimento del fuoco, e le materie combustibili non

posſono fornirgliene che col ſoccorſo, e la mediazione di queſto elemento, di cui fa duopo, che noi conſideriamo alcune proprietà prima di proceder più oltre.

Noi abbiam detto, che ogni fluidità ha per cauſa il calore, e paragonando qualche fluido inſieme, noi vediamo abbiſognar molto più di calore per tenere in fuſione il ferro che per l'oro, molto più per l'oro che per lo ſtagno, molto meno per la cera, molto meno per l'acqua, e molto meno ancora per lo ſpirito di vino, e perfino eccesſivamente meno pel mercurio, poichè eſſo non perde la ſua fluidità che al cenottantaſetteſimo grado al diſotto di quello, in cui l'acqua perde la ſua. Il mercurio ſarebbe dunque il più fluido de' corpi, ſe l'aria non lo foſſe ancor più. Ora coſa mai ci indica queſta fluidità maggiore nell' aria che in ogni altra materia? Sembrami ch' eſſa ſupponga il minimo grado posſibile d'aderenza tra le parti che la coſtituiſcono, il che ſi concepiſce, ſupponendole di figura tale da non poterſi toccar che in un punto. Potrebbeſi credere ancora ch' eſſendo queſte parti dotate di sì poca energia apparente, e d'attrazione mutua dell' une verſo le altre, ſiano per queſta ragione meno masſiccie e più leggieri che quelle di tutti gli altri corpi; ma queſto ſembra ſmentirſi dal paragone del mercurio, il più fluido de' corpi, dopo l'aria, le di cui parti coſti-

costituenti, nondimeno sembrano essere più massiccie e più pesanti che quelle d'ogni altra materia, toltone l'oro. La maggiore, o minore fluidità non indica dunque che le parti del fluido sieno più o meno pesanti, ma solamente che la loro aderenza è tanto minore, la loro unione tanto meno intima, e tanto più facile la loro separazione. Se mille gradi di calore abbisognano per conservare la fluidità dell' acqua, non ne abbisognerà forse che uno per mantener quella dell' aria.

L'aria è dunque fra tutte le materie conosciute, quella che il calore divide più facilmente, quella, le cui parti a lui obbediscono colla minore resistenza, quella ch' egli mette più facilmente in moto espansivo, e contrario a quello della forza attrattiva. Quindi l'aria avvicinasi molto alla natura del fuoco, la cui proprietà principale consiste nel moto espansivo; e comechè l'aria non abbia per se stessa la più picciola particella di calore o di fuoco sufficiente a comunicarli, noi non dobbiamo maravigliarci, ch' essa aumenti cotanto l'attività del fuoco, e sia così necessaria alla sua sussistenza. Perciocchè essendo fra tutte le sostanze quella che più facilmente si mette in moto espansivo, sarà altresì quella che il fuoco tirerassi dietro, e rapirassi a preferenza di tutte l'altre; sarà quella

ch' egli s' approprierà più intimamente come di natura viciniſſima alla ſua; e per conſeguente l'aria dev'eſſere l'amminicolo più potente del fuoco, l'alimento più convenevole, l'*amico* il più intimo e il più neceſſario.

Le materie combuſtibili, che riguardanſi volgarmente come i veri alimenti del fuoco, non gli ſervono, nè giovano ſenza il ſoccorſo dell' aria, e il fuoco più violento non le conſuma; anzi non cagiona loro veruna alterazione ſenſibile, invece che coll' aria una ſola ſcintilla di fuoco le abbrucia, e che a miſura che vi ſi mette dell' aria in maggiore o minor quantità, il fuoco diventa nella medeſima proporzione più vivo, più eſteſo, più divorante; di maniera che noi poſſiamo miſurare la celerità o la lentezza, con cui il fuoco conſuma le materie combuſtibili, dalla quantità più o men grande dell' aria che vi concorre. Queſte materie altro dunque non ſono pel fuoco, che alimenti ſecondarj, ch' egli da ſe non può appropriarſi, e de' quali non può far uſo, ſe non in quanto l'aria frammiſchiandoviſi, gli accoſta alla natura del fuoco modificandoli, e ſerve loro d'intermedio per riunirli.

Queſta operazione della Natura parmi che potraſſi chiaramente concepire, conſiderando che il fuoco non riſiede ne' corpi in maniera fiſſa, nè vi fa ordinariamente che un

ſoggiorno inſtantaneo: ch' eſſendo ſempre in moto eſpanſivo, egli non può ſuſſiſtere in queſto ſtato che con materie ſuſcettibili di queſto movimento medeſimo: che preſtandoviſi l'aria con tutta facilità, la ſomma di queſto moto divien più grande, l'azione del fuoco più viva; e che allora le parti più volatili delle materie combuſtibili, come le molecole aeree, olioſe ec. obbedendo ſenza sforzo a queſto moto eſpanſivo che loro viene comunicato, s'innalzano in vapori: che queſti vapori ſi convertono in fiamma pel ſoccorſo dell' aria eſteriore: e finalmente che fintanto ch' egli dimora ne' corpi combuſtibili, alcune parti capaci di ricevere col ſoccorſo dell' aria queſto movimento eſpanſivo, inceſſantemente ſi ſeparano per ſeguir l'aria, e il fuoco nella loro via, e quindi ſvaporano con eſſo loro.

Havvi delle materie, come il foſforo artificiale, il piroforo, la polvere da cannone, le quali ſembrano a prima viſta fare eccezione a quanto abbiam detto, perchè non han biſogno per infiammarſi, e conſumarſi in intero, dell' ajuto d'un' aria rinnovata, e la loro combuſtione può ottenerſi ne' vaſi più ben chiuſi; ma queſto ſuccede a motivo che tali materie, le quali debbonſi riſguardare come le più combuſtibili di tutte, contengono nella loro ſoſtanza tutta l'aria neceſſaria al loro abbruciamento. Il loro

fuoco produce in un subito quest' aria, e la consuma all' istante; e siccome in queste materie ritrovasene in grandissima quantità, essa basta all' intera loro combustione, alla quale non fa duopo, come in tutte l'altre, del soccorso d'un' aria straniera.

Ciò sembra dimostrarci, che la differenza più essenziale tra le materie combustibili, e quelle che non lo sono, si è che queste non contengono che poco o niente di quelle materie leggieri, aeree, oliose, suscettibili di movimento espansivo, o se ne contengono, esse vi si ritrovano fisse, e trattenute in maniera che, sebben volatili per se stesse, non posson esercitare la loro volatilità tutte le volte che la forza del fuoco non basta a superare la forza d'adesione, che unite le tiene alle parti fisse della materia. Si può anche dire, che quest' induzione, che immediatamente si cava da' miei principj, vien confermata da un gran numero d'osservazioni ben note a' Chimici ed a' Fisici; ma ciò che sembra men noto, e che tuttavia n'è una conseguenza necessaria, si è che tutta la materia potrà diventar volatile, qualora l'uomo potrà aumentare la forza espansiva del fuoco, tanto che basti, a renderla superiore alla forza attrattiva, che unite tiene le parti della materia, che noi chiamiamo fisse. Imperciocchè da una parte fa duopo che noi abbiamo

un fuoco forte al par di quello, che potremmo ottenere per mezzo di specchj meglio concepiti che quelli, di cui ci siamo serviti fino al dì d'oggi, e dall' altra noi siamo sicuri, che la fissezza non è che una quantità relativa, e che nissuna materia è d'una fissezza assoluta o invincibile, poichè il calore dilata i corpi più fissi. Ora questa dilatazione non è ella un indizio d'un cominciamento di separazione, che col grado di calore aumentasi fino alla fusione, ed aumenterebbesi fino alla volatilizzazione con un calore ancora più grande?

La combustione suppone qualche cosa di più che la volatilizzazione, bastando per questa che le parti della materia sieno sufficientemente divise, e separate le une dalle altre, per poter essere rapite da quelle del calore; invece che per la combustione abbisogna altresì ch' esse sieno di natura analoga a quelle del fuoco; senza che il mercurio, ch'è il più fluido dopo l'aria, sarebbe anche il più combustibile, e per l'opposto l'esperienza ci dimostra, che quantunque volatilissimo, egli è incombustibile. Qual è dunque l'analogia, o piuttosto il rapporto di natura, che possono avere le materie combustibili col fuoco? La materia in generale è composta di quattro sostanze principali, chiamate *Elementi*, cioè la terra, l'acqua, l'aria, il fuoco, le quali entrano tutte quattro

maggiore o minor quantità nella composizione delle materie particolari; ma quelle, nelle quali la terra e l'acqua dominano, saranno fisse, nè potranno divenir volatili che coll' azion del calore; quelle al contrario, che contengono molto d'aria e di fuoco, saranno le sole veramente combustibili. La gran difficoltà, che quì nasce, si è di concepir chiaramente, come l'aria e il fuoco amendue così volatili possano fissarsi, e divenir parti costituenti di tutt' i corpi; perciocchè noi proveremo, che sebbene vi sia una gran quantità d'aria e di fuoco fissi nelle materie combustibili, e ch' e' sieno combinati in maniera diversa da tutte l'altre materie; tutte però contengono una quantità considerevole di questi due elementi, e che le materie le più fisse e le meno combustibili, sono quelle che colla maggior forza trattengono questi elementi fuggitivi. Il famoso flogisto de' Chimici (ente piuttostò del loro metodo che della natura) non è un principio semplice ed identico, come eglino ce lo presentano; ma è un composto, un prodotto dell' unione, un risultato della combinazione de' due elementi, dell' aria e del fuoco, fissati ne' corpi. Senza fermarci dunque sulle idee oscure ed incomplete, che potrebbe farci nascere la considerazione di questo essere precario, atteniamoci a quella de' nostri quattro elementi reali, ai quali

i Chimici con tutt' i loro nuovi principj ſaranno ſempre obbligati di ricorrere ulteriormente.

Noi vediamo chiaramente che il fuoco aſſorbendo dell' aria, ne diſtrugge la molla. Ora non vi ha che due mezzi di diſtruggere una molla, il primo comprimendola abbaſtanza per romperla, il ſecondo ſtendendola quanto baſti, perchè rimanga ſenza effetto. Nella prima maniera il fuoco non può diſtruggere l'elaſticità dell' aria, poichè il menomo grado di calore la rareſà, la qual rareſazione è ad eſso proporzionata, inſegnandoci l'eſperienza che a un fortiſſimo calore la rareſazione dell' aria è sì grande, fino ad occupare uno ſpazio tredici volte più eſteſo di quello del ſuo volume ordinario, nel quale ſtato la ſua molla è altrettanto più debole; ed è in queſto caſo ch' ella può diventar fiſſa, ed unirſi ſenza reſiſtenza ſotto queſta nuova forma agli altri corpi. S' intende bene che l'aria traſformata, e fiſsata, non è la ſteſsa che quella che trovaſi diſperſa, e diſseminata nella maggior parte delle materie, e che conſerva ne' loro pori l'intera ſua Natura; poichè queſta non è loro unita, ma ſoltanto meſcolata, e non ha con eſse che una deboliſſima adeſione, dove per lo contrario l'altra è loro sì ſtrettamente avvincolata, e sì intimamente incorporata, che ſovente non ſi può ſepararnela.

Noi vediamo ancora che la luce nel cadere sui corpi non n'è interamente riflessa; che restavene una gran quantità nella picciola spessezza della superficie, su cui batte; e che per conseguenza essa vi perde il suo moto, vi si spegne, e fissasi, diventando allora parte costituente di tutto ciò ch'essa penetra. Aggiungete a quest'aria, e a questa luce trasformate e fisse ne' corpi, e che possono essere in quantità varia, aggiungete, dico, la quantità costante di fuoco, che tutte le materie di qualunque specie egualmente possedono: questa quantità costante di fuoco o di calore attuale del globo della terra, la di cui somma è maggiore di quella del calore che ci viene dal Sole, parmi che sia non solo uno dei gran mezzi del meccanismo della Natura, ma nel tempo stesso un elemento da cui tutta la materia del globo è penetrata; egli è il fuoco elementare, il quale, abbenchè sempre in moto espansivo, deve per la sua lunga dimora nella materia, e per l'urto contro le sue parti fisse, unirsi, incorporarsi con esse, e spegnersi per parti come la luce [14].

---

[14] Questo stesso potrebbe provarsi con una sperienza, la quale meriterebbe d'essere spinta più in là. Ho raccolto su d'uno specchio ustorio per riflessione un ben gagliardo calore senz' al-

Se noi consideriamo più particolarmente la Natura delle materie combustibili, vedremo che tutte originariamente provengono da vegetabili e da animali, da esseri, in una parola, collocati alla superficie del globo, che il Sole rischiara, scalda, e vivifica. I legni, i carboni, le torbe, i bitumi, le raggie, gli olj, i grassi, i sevi; che sono le vere materie combustibili, poichè tutte l'altre non lo sono che in quanto ne contengono, non provengono esse tutte dai corpi organizzati, o dai loro detrimenti? I legni ed anche il carbone ordinario, i grassi, gli olj espressi, la cera e il sevo non sono che sostanze cavate immediatamente dai vegetabili, e dagli animali; e le torbe, i carbon fossili, i succini, i bitumi liquidi, o concreti sono dei prodotti del loro miscuglio e della loro decomposizione, i cui ulteriori detrimenti formano i solfi, e le parti combustibili del ferro, dello zinco, delle piriti, e di tutt'i minerali infiammabili. Io preveggo che quest'ultima asserzione non sarà ammessa,

cuna luce per mezzo d'una piastra di latta collocata tra 'l braciere, e lo specchio; una parte del calore si riflettette al fuoco dello specchio, mentre tutto il rimanente del calore lo penetrò. Non ho potuto però assicurarmi se l'aumento del calore nella sostanza dello specchio, fosse sì grande, come se non fosse stato riflesso.

anzi potrà forse rigettarsi soprattutto da quei che hanno studiata la Natura per la sola via della Chimica, ma pregoli considerare che il loro metodo non è quello della Natura, che non potrà diventarlo, o accostarglisi se non in quanto egli accorderassi colla sana Fisica, e se ne bandiranno non solamente l'espressioni oscure, e tecniche, ma principalmente i principj precarj, gli esseri immaginarj, ai quali, senza conoscerli, si attribuisce il maggior uficio. Lo zolfo *in Chimica* non è che il composto dell'acido vitriolico, e del flogisto; qual apparenza dunque ch'egli possa, come tutte l'altre materie combustibili, trarre la sua origine dal detrimento de' vegetabili o degli animali? A ciò rispondo, ammettendo eziandio questa definizion Chimica, che l'acido vitriolico, e generalmente tutti gli acidi, tutti gli alcali appartengono all'arte, anzichè alla Natura. La Natura formando de' sali, e dello zolfo impiega alla loro composizione, come a quella d'ogni altra sostanza, i quattro elementi; poichè molta terra, ed acqua, un po' d'aria, e di fuoco entrano in quantità varia in ciascuna sostanza salina, e meno di terra, e d'acqua, molto più d'aria e di fuoco, pare che entri nella composizione dello zolfo: i sali e gli zolfi devono dunque essere risguardati, come esseri della Natura, dai quali,

col soccorso dell' arte Chimica, e per mezzo del fuoco, estraggonsi i differenti acidi, che contengono; e poichè noi ci siamo serviti del fuoco, e per conseguente dell' aria e delle materie combustibili per estrarre questi acidi, possiamo noi dubitare ch' essi non abbiano ritenute, o che non contengano realmente delle parti di materia combustibile ch' entrate vi saranno durante l' estrazione?

Il flogisto è molto meno ancora dell' acido, un essere naturale, e se esso non si riguardasse come un composto d' aria, e di fuoco divenuto fisso, ed inerente agli altri corpi, non sarebbe che un essere di ragione. Lo zolfo può in effetto contenere molto di questo flogisto, molto ancora d' acido vitriolico, ma egli ha, siccome tutta l' altra materia, la sua terra, e la sua acqua. Di più la sua origine indica abbisognare un gran consumo di materie combustibili per la sua produzione; poichè egli ritrovasi nei volcani, e sembra che la Natura non lo produca se non con isforzo e per mezzo del più gran fuoco. Tutto dunque concorre a provare ch' egli è della Natura medesima delle altre materie combustibili; che per conseguenza egli trae, come esse, la sua prima origine dal detrimento degli esseri organizzati.

Ma andando più lungi, gli acidi stessi

in gran parte derivano dalla decomposizione delle sostanze animali, o vegetaaili, e conseguentemente contengono dei principj della combustione. Prendiamo per esempio il salnitro, non deve egli la sua origine a queste materie? Non viene egli formato e dalla putrefazione de' vegetabili, e dalle orine ed escrementi di animali? Parmi che l'esperienza lo dimostri, non ricercandosi, nè ritrovandosi salnitro se non nelle abitazioni, ove l'uomo e gli animali abbiano lungo tempo dimorato; ed essendo immediatamente formato dal detrimento di sostanze animali e vegetabili, non dovrà egli contenere una prodigiosa quantità d'aria, e di fuoco fissi? Diffatti e' ne contiene assai, e assai più ancora dello zolfo, del carbone, dell' olio, ec. Tutte queste materie combustibili hanno bisogno, come abbiam detto, del soccorso dell' aria per abbruciare; e tanto più prestamente consumansi quanto ne ricevono in quantità maggiore; all' opposto il salnitro; non ne abbisogna mischiato che sia con alcuna di queste materie combustibili, e sembra racchiuder in se stesso tutta l'aria necessaria alla sua combustione. Facendolo detonare lentamente, vedesi soffiare sopra il suo fuoco, come sarebbe un soffietto, e chiudendolo più strettamente, invece di spegnersi, il suo fuoco prende forza maggiore, e produce le terri-

bili esplosioni, sulle quali sono fondate le nostre arti micidiali. Questa combustione così pronta, è al tempo stesso così compita, che niente vi rimane dopo l' infiammazione; mentre tutte l'altre materie infiammate lasciano delle ceneri, o altri residui, dimostranti che la loro combustione non è intera, o ciò, che torna il medesimo, ch' esse contengono un numero assai grande di parti fisse, che non possono essere abbruciate, nè rese volatili. Puossi ancora dimostrare che l'acido vitriolico contiene altresì molt' aria, e fuoco fissi, abbenchè in minor quantità che l' acido nitroso; e pure egli trae come questo, la sua origine dalla sorgente medesima; e lo zolfo, nella composizione del quale quest' acido entra in tanta copia, trae dagli animali, e dai vegetabili tutt' i principj della sua combustibilità.

Il fosforo artificiale, ch' è il primo nell' ordine delle materie combustibili, e il cui acido è diverso dall' acido nitroso, e dal vitriolico, non cavasi anch' esso che dal regno animale, o anche in parte dal regno vegetabile elaborato negli animali, cioè dalle due sorgenti di tutte le materie combustibili. Il fosforo s' infiamma da se, cioè senza comunicazione di materia ignea, senza sfregamento, senz' altra aggiunta, di quella infuori del contatto dell' aria, ed è un' al-

tra prova della necessità di questo elemento per la combustione, anche di una materia che non sembra composta che di fuoco. Dimostreremo in seguito, che l'aria è contenuta nell' acqua sotto una forma media tra lo stato d'elasticità, e quello di fissezza; e il fuoco pare essere nel fosforo a un di presso in questo medesimo stato medio; imperciocchè nella stessa maniera che l'aria si sviluppa dall' acqua, allorchè diminuiscesi la pressione dell' atmosfera, il fuoco strigasi dal fosforo, quando si fa cessare la pressione dell' acqua, in cui dev' esser tenuto sommerso, per poter conservarlo, ed impedire che il suo fuoco s'esalti. Il fosforo sembra contenere quest' elemento sotto una forma oscura, e condensata, ed e' par essere per lo fuoco oscuro, ciò ch' è lo specchio ustorio per lo fuoco luminoso, cioè un mezzo di condensamento.

Ma senza trattenerci più a lungo su queste considerazioni generali, alle quali si potrà ritornare quando sia necessario, seguiamo in maniera più diretta, e più particolare l'esame del fuoco, procurando di scoprirne gli effetti, e di presentarli sotto un punto di vista più fermo, che non s'è fatto finora.

L'azione del fuoco sulle differenti sostanze dipende molto dal modo, con cui s'applica; e il prodotto della sua azione su una sostanza medesima, apparirà vario giusta la maniera, con cui vien trattato. Io ho pensato adun-

que, che dovrebbesi considerare il fuoco in tre stati differenti; il primo relativo alla sua velocità, il secondo al suo volume, il terzo alla sua massa; sotto ciascuno de' quali punti di vista questo elemento apparentemente sì semplice e sì uniforme comparirà, per così dire, un elemento diverso. Aumentasi la velocità del fuoco, senza che se ne accresca il volume apparente, ogni volta che in un dato spazio, riempito di materie combustibili, si affretta l'azione e lo sviluppo del fuoco, aumentando la velocità dell'aria per mezzo di mantici, di trombe, di ventilatori, di canne d'aspirazione ec., le quali cose tutte accelerano più o meno la rapidità dell'aria diretta dal fuoco; sotto alla qual classe vengono, come ognun vede, tutti gli stromenti, tutt'i forni a vento, dai gran fornelli di fucina fino alla lampada degli smaltatori.

Accrescesi l'azion del fuoco per lo volume ogni volta che accumulisi una gran quantità di materie combustibili, e che se ne faccia passare il calore e la fiamma in forni di riverbero, il che comprende, come si sa, i fornelli delle nostre manifatture, degli specchj, del cristallo, del vetro, della porcellana, delle stoviglie, e quegli ancora, ove si fondono tutt'i metalli, e i minerali, tranne il ferro.

Il fuoco agisce quì pel suo volume, e

non ha che la celerità sua propria, non aumentandosi la rapidità per mezzo di mantici o altri stromenti, che portino l'aria sul fuoco. Egli è vero, che la forma delle principali aperture, per le quali questi ricevono l'aria, contribuisce ad attraerla più potentemente, che non seguirebbe in uno spazio libero; ma quest' aumento di velocità è ben poco considerevole in paragone della rapidità grande, che le viene da' mantici; poichè con quest' ultima maniera si accelera l'azion del fuoco acuendolo per mezzo dell' aria quanto è possibile, e coll' altra si accresce, concentrandone la fiamma in gran volume.

Vi ha adunque molti mezzi d' accrescere l'azione del fuoco, tanto se si voglia farlo agire per la sua velocità, quanto pel suo volume; ma un solo ve n'ha, col quale si possa accrescere la sua massa, cioè col riunirlo al foco d' uno specchio ustorio. Allorchè ricevonsi su di uno specchio refringente, o riflettente i raggi del Sole, o quelli ancora di un fuoco ben acceso, essi riunisconsi in uno spazio altrettanto minore, quanto più grande è lo specchio, e il foco più corto. Per esempio, con uno specchio di quattro piedi di diametro, e d'un pollice di foco, egli è evidente che la quantità di luce o di fuoco, che cade sullo specchio di quattro piedi, trovandosi riunita nello

ſpazio di un pollice, ſarà due mille trecento quattro volte più denſa, che non lo ſarebbe ſe tutta la maſsa incidente arrivaſse ſenza perdita a queſto foco. Noi vedremo dappoi quanto effettivamente ſe ne perda, baſtandoci di quì riflettere, che quand' anche queſta perdita foſſe di due terzi, o di tre quarti, la maſſa del fuoco concentrata al foco di queſto ſpecchio, ſarà ſempre ſei o ſettecento volte più denſa di quello, che non ſarebbe alla ſuperficie dello ſpecchio. La maſſa accreſceſi quì come in tutti gli altri caſi per la contrazion del volume, e il fuoco, la cui denſità s'aumenta così, ha tutte le proprietà d'una maſſa di materia; perciocchè indipendentemente dall' azione del calore, col quale egli penetra i corpi, egli gli ſpinge, e gli ſmove, come ſarebbe un corpo ſodo in moto urtando in un altro. Potraſſi aumentare per queſto mezzo la denſità o la maſſa del fuoco, tanto più, quanto più perfezioneraſſi la coſtruzione degli ſpecchj uſtorj.

Ora ciaſcuna di queſte tre maniere di amminiſtrare il fuoco, e di accreſcerne o la velocità, o il volume, o la maſsa, produce ſulle medeſime ſoſtanze effetti ſpeſſe volte diverſi; poichè calcinaſi con uno di queſti mezzi ciò, che ſi fonde coll' altro, e ſi volatilizza coll' ultimo ciò, che ſembra refrattario al primo; di maniera che la ſteſſa

materia dà de' risultati sì poco simili, che non si può farne conto, a meno di lavorarla nel medesimo tempo, o successivamente con questi tre mezzi, o procedure, che noi abbiamo indicate. E quantunque questa sia una strada più lunga, è la sola però che condurre ci possa al conoscimento esatto di tutt' i rapporti che le diverse sostanze possono avere coll' elemento del fuoco. E nella stessa maniera che divido in tre i metodi generali di trattar quest' elemento, divido medesimamente in tre classi tutte le materie, che alla sua azione sottomettere si possono. Ommetto per ora quelle, che sono puramente combustibili, e che derivano immediatamente dagli animali, e dai vegetabili, e divido tutte le materie minerali in tre classi relativamente all' azione del fuoco. La prima è quella delle materie, le quali quest' azione a lungo continuata rende più leggieri, come il ferro; la seconda quella delle materie, che quest' azione medesima del fuoco rende più pesanti, come il piombo; la terza classe, quella delle materie, sulle quali, come sull' oro, quest' azione del fuoco non sembra produrre alcun effetto sensibile, poichè non ne altera il peso. In queste tre classi saranno necessariamente comprese tutte le materie esistenti, e possibili, tutte cioè le sostanze semplici, e composte. Queste sperienze, coi tre sopraddetti

metodi, co' quali non è difficile di eseguirle, perchè non esigono che esattezza, e tempo, potranno discoprirci molte cose utili, e ci saranno necessarissime per fondare sopra principj reali la teoria della Chimica; di quella bella scienza, che fino a' nostri giorni non si è sostenuta che sopra una nomenclatura precaria, e su parole tanto più vaghe, quanto più generali. Essendo il fuoco, per così dire, il solo stromento di quest'arte, e non essendo più conosciuta la sua natura de' suoi rapporti cogli altri corpi, non si sa nè cosa vi accresca, nè cosa vi tolga. Si lavora quindi alla cieca, onde non si può pervenire che a risultati oscuri, i quali ancora più oscuri si rendono, erigendoli a' principj. Il flogisto, il mineralizzatore, l'acido, l'alkali, ec. non sono che termini creati dal metodo, le di cui definizioni vengono bensì per convenzione addottate, ma non corrispondono ad alcuna idea chiara e precisa, nè ad esser alcuno reale. Infintanto che noi non conosceremo meglio la natura del fuoco, e finchè ignoreremo quanto egli tolga, o dia alle materie, che alla sua azione sottomettonsi, non sarà possibile di decidere sulla natura di queste medesime materie anche col soccorso delle operazioni della Chimica; poichè qualunque materia, cui il fuoco tolga, o dia qualche cosa, non è più la sostanza semplice, che si vorrebbe conoscere,

ma una materia composta, e mischiata, o adulterata, e cangiata per l'aggiunta, o la sottrazione d'altre materie, che il fuoco vi avrà tolte, o fatte entrare.

Prendiamo per esempio di questa aggiunta, e di questa sottrazione il piombo, e il marmo, al primo de' quali il peso accrescesi quasi d'un quarto colla semplice calcinazione, e si diminuisce quello del secondo quasi della metà. Havvi dunque un quarto di materia sconosciuta, che il fuoco aggiunge al primo, ed una metà di materia egualmente sconosciuta, che toglie al secondo. Tutt' i raziocinj della Chimica non ci han fino a quest' ora dimostrato cosa sia questa materia aggiunta, o tolta dal fuoco; ed è evidente, che lavorando sul piombo, o sul marmo dopo la loro calcinazione, più non si travagliano materie semplici, ma materie adulterate e composte dall' azione del fuoco. Sarà dunque necessario prima di tutto di tener dietro alle viste già indicate, e di distinguere primamente tutte le materie, che il fuoco non cangia, nè altera; quelle in seguito che il fuoco distrugge, o diminuisce; quelle infine, ch' egli incorporandosi con loro, aumenta e compone?

Ma esaminiamo più da vicino la natura del fuoco considerato in se stesso. Essendo egli una sostanza materiale, deve esser soggetto alla legge generale, a cui la mate-

ria è sommessa. Egli è il meno grave dei corpi, ma non pertanto è pesante; e quantunque ciò che abbiamo precedentemente detto, basti a provarlo evidentemente tale, noi lo dimostreremo ancora con esperienze palpabili, che tutto il Mondo sarà in istato di ripetere facilmente. Potrebbesi a prima giunta sospettare per la gravità reciproca degli astri, che il fuoco in gran massa sia grave come ogni altra materia: perciocchè gli astri che sono luminosi, come il Sole, la cui sostanza par che sia di fuoco, non esercitano meno la loro forza d'attrazione di quelli che non sono luminosi, ma noi dimostreremo, che il fuoco anche in picciolissimo volume è realmente grave; ch'egli obbedisce come tutta l'altra materia, alla legge generale della gravità, e che per conseguente egli deve avere, com'essa, de' rapporti d'affinità cogli altri corpi, ed averne più o meno colla tale, o tal'altra sostanza, e non averne che poco o nulla con molt'altre. Tutte quelle sostanze che egli renderà più pesanti, come il piombo, saranno quelle, colle quali egli avrà più d'affinità, e supponendolo applicato nel medesimo grado, e per un tempo eguale, quelle fra queste, che guadagneranno più in peso, saranno altresì quelle, colle quali sarà maggiore questa affinità. Uno degli effetti di quest'affinità in ciascuna materia,

è di trattenere la sostanza stessa del fuoco, e d'incorporarsela; e quest' incorporamento suppone che non solo il fuoco perda il suo calore, la sua elasticità, ma il suo moto ancora; poichè si fissa in questi corpi, e ne diventa parte costituente. Havvi dunque luogo a credere, che sia del fuoco lo stesso che dell' aria, la quale trovasi sotto forma fissa, e concreta pressochè in tutt' i corpi, anzi è da sperare che all' esempio del Dott. Hales [15], che ha saputo strigare quest' aria fissa da tutt' i corpi, e calcolarne la quantità, venga un giorno qualche abile Fisico, che trovi il mezzo di estrarre il fuoco da ogni materia, in cui dimoravi fisso: ma prima bisogna far la tavola di queste materie, stabilendone coll' esperienza i varj rapporti, coi quali il fuoco si unisce con tutte le sostanze, che gli sono analoghe, e si fissa in maggiore, o minor quantità, secondo che queste sostanze hanno più o meno di forza a trattenerlo.

Imperciocchè egli è evidente, che tutte le materie, il peso delle quali vien accre-

---

[15] Il fosforo che non è, dirò così, se non una materia ignea, una sostanza che conserva, e condensa il fuoco, sarebbe il primo oggetto delle sperienze che far dovrebbonsi per investigare il fuoco, come il Sig. Hales ha investigato l'aria, ed il primo stromento da mettersi in opera per quest' arte novella.

sciuto dall' azione del fuoco, sono dotate di una forza attrattiva, talchè il suo effetto è superiore a quello della forza espansiva, che anima le particelle del fuoco, poichè questo s'ammortisce e si spegne, e il suo moto cessa, e le particelle ignee da elastiche, e fuggitive che erano, diventano fisse e sode, ed acquistano una forma concreta. Così le materie che dal fuoco acquistano maggior peso, come lo stagno, il piombo, i fiori di zinco ec., ed ogni altra materia che si potrà discoprire, sono sostanze che per mezzo dell' affinità loro col fuoco, l'attraggono, e con esso incorporansi. Tutte le materie all' incontro, che diventano più leggieri a misura che si calcinano, come il ferro, il rame ec. sono sostanze, la forza attraente delle quali, relativamente alle particole ignee, è minore della forza espansiva del fuoco, e di quì è, ch' egli invece di fissarsi in queste materie, ne rapisce anzi, e ne scaccia quelle parti, che come meno legate non possono resistere al suo impulso. Quelle infine, come l'oro, la platina, l'argento, la pietra arenosa, detta da' Francesi *grès* ec., che non perdono, nè guadagnano dall' applicazione del fuoco, ch' egli per così dire, non fa che attraversare senza niente toglierví, o lasciarvi, sono sostanze, che non avendo col fuoco affinità alcuna, e non potendo unirvisi, possono per conseguente

nemmeno trattenerlo, nè lasciandosi rapire, accompagnarlo. Egli è evidente, che le materie delle prime due classi hanno col fuoco un certo grado d'affinità, poichè quelle della seconda classe si caricano di fuoco che trattengono, e il fuoco caricasi di quelle della prima e le trasporta; invece che le materie della terza classe, alle quali non ne dà, nè ne toglie, non hanno con esso rapporto alcuno d'affinità, o d'attrazione, e sono, per così dire, indifferenti alla sua azione, che non può scomporle, o alterarle.

Questa divisione di tutte le materie in tre classi relative all'azione del fuoco, non esclude la divisione più particolare, e meno assoluta di tutte le materie in due altre classi state finora riguardate, come relative alla loro propria Natura, che, dicesi, sia sempre o vetrescibile, o calcaria. La nostra nuova divisione non è che un punto di vista più elevato, sotto il quale bisogna considerar le materie per procurare di dedurre la cognizione dell'agente, che impiegasi per li differenti rapporti, che il fuoco può avere colle sostanze, alle quali si applica. Per trascuraggine di non paragonare, o combinare questi rapporti, e i mezzi che impieganſi per applicare il fuoco, io veggo che si cade tutto giorno in contraddizioni apparenti, ed anche in er-

rori pregiudizievolissimi [16].

Potrebbesi dunque dire coi Naturalisti, che tutto è vetrifcibile nella Natura di quel-

---

[16] Io ne recherò una recente prova. Due bravi Chimici (i Signori Pott, e d'Arcet) hanno sottoposto all' azione del fuoco un gran numero di sostanze. Il primo di essi si è valso d'un fornello, ch' io mi sono maravigliato che non sia stato inteso dal secondo, poichè niente mi parve più chiaro in tutta l'opera del Sig. Pott, e perchè basta dar un' occhiata alla figura di questo fornello, per comprendere che per la sua costruzione, può il medesimo anche senza mantici produrre a un dipresso l'egual effetto, come se gli avesse; imperciocchè per mezzo dei lunghi tubi che sono al basso, ed all' alto del fornello adattati, l'aria vi perviene, e circola con una rapidità tanto maggiore, quanto meglio proporzionati sono i tubi, che servono di mantici costanti, l'effetto dei quali può accrescersi secondo il volere. Questa costruzione è sì buona, e sì semplice, che non intendo come il Sig. d'Arcet dica, *che questo fornello è per lui un problema*......., *ch' egli è persuaso che il Sig. Pott abbia dovuto servirsi di mantici ec.*; mentre egli è chiaro che il suo fornello equivale per la costruzione all' azione de' mantici, e per conseguente ne potera far senza; inoltre questo fornello è ancora senza il difetto, che il Sig. d' Atcet attribuisce ài mantici, dei quali egli dice a ragione che la loro azione alterna, continuamente, per così dire, rinascente, e moribonda, disturba, e rende inegnale l'azione del fuoco, ciò che non può succedere qui, poichè scorgesi evidentemente che in grazia della costruzione del fornello il rinnovamento dell' aria è costante, e la sua azione non

lo infuori, ch' è calcareo; che i quarzi, i cristalli, le pietre preziose, le selci, le pietre arenose, i graniti, i porfidi, le agate,

---

rinasce, nè muore, ma bensì è sempre continua ed uniforme. In questa maniera il Sig. Pott s'è servito d'uno dei mezzi che noi dobbiamo adoprare per applicare il fuoco, cioè un mezzo col quale, siccome coi mantici, aumentasi la velocità del fuoco, incalzandolo senza interruzione con un'aria sempre rinnovata; e tutte le fusioni ch' egli ha fatto con questo mezzo, alcune delle quali furono da me ripetute, come quelle della pietra renosa, del quarzo, ec. sono verissime, quantunque il Sig. d'Arcet le nieghi: perciocchè per qual motivo le niega, se non perchè egli invece di mettere in uso, come il Sig. Pott, il primo dei nostri metodi generali, cioè il fuoco per quanto è possibile accelerato dal rapido movimento dell' aria, mezzo per cui egli avrebbe ottenuti i medesimi risultati, si è in cambio servito del secondo metodo, non adoprando che il fuoco in gran volume per un fornello senza mantici, e senza equivalente, in cui per conseguenza il fuoco non può produrre gli stessi effetti; ma bensì darne deve degli altri che per la stessa ragione il primo metodo non avrebbe potuto produrre. Così le contraddizioni tra i risultati di questi due valenti Chimici non sono che apparenti e fondate su due errori evidenti: il primo consiste nel credere che il fuoco più violento sia quello ch' è in maggior volume; il secondo, che ottenere debbansi dal fuoco violento gli stessi risultati, in qualunque maniera esso si applichi: queste due idee però sono sì false, che la considerazione delle verità contrarie è una delle prime pietre da porsi per base della Chimica ec. perchè non fa-

le ardefie, i geffi, le argille, i pomici, le lave, gli amianti, con tutt' i metalli, ed altri minerali, fono tutti vetrificabili col

rebbe egli prima di tutto neceffariiffimo per ifchivare in avvenire fimili contraddizioni, che i Chimici non perdeffero di mira che vi fono tre mezzi generali, e l'uno dall' altro moltiffimo differente, d'applicare il fuoco violento? Il primo, come ho detto, per cui non impieghiamo che un piccolo volume di fuoco, ma che agitiamo, affottigliamo, innalziamo al più alto grado per mezzo della velocità dell' aria, o con mantici, o con un fornello fimile a quello del Sig. Pott, che tira l'aria con rapidità: l'effetto della lampada dello fmaltatore ci dimoftra, che con una quantità di fuoco quafi infinitamente picciola fi ottengono in picciolo effetti sì grandi che non otterrebbonfi in grande dai forni di vetreria. Il fecondo mezzo fi è d'applicare il fuoco non già in piccola, ma in grandiffima quantità, ficcome nei forni di porcellana e di vetreria, nei quali il fuoco non è gagliardo fe non per rifpetto al fuo volume, e la fua azione è tranquilla, e non accelerata da un rapidiffimo rinnovamento dell' aria. Il terzo mezzo è d'applicare il fuoco in piccoliffimo volume, accrefcendone la maffa, e l'intenfità al fegno di renderlo più forte che non fi rende col fecondo mezzo, e più violento che col primo; e quefta maniera di concentrare il fuoco, e di aumentarne la maffa cogli fpecchj uftorj, è ancora la più potente di tutte.

Ora ciafcuno di quefti tre mezzi deve fomminiftrare un certo numero di rifultati diverfi. Se col primo mezzo fi fondono e vetrificano tali, e tal' altre foftanze egli è moltò poffibile che col fecondo mezzo quelle fteffe foftanze

fuoco de' noſtri fornelli, o con quello degli ſpecchj uſtorj, dove per l'oppoſto i marmi, gli alabaſtri, le pietre, le crete, le mar-

---

non ſi poſſano vetrificare, e che al contrario altre ſi poſſano fondere, le quali non hanno potuto eſſer fuſe col primo; e finalmente è altresì poſſibile che colla terza maniera ſi ottengano molti riſultati ſimili, o differenti da quelli che somminiſtrati ci hanno i due primi mezzi. In oltre un Chimico, il quale, come il Sig. Pott, non adopra che il primo mezzo, deve accontentarſi di dare i riſultati che derivano da queſto mezzo, e fare, come egli ha fatto, il novero delle ſoſtanze ch' egli ha fuſe, ſenza pronunziare però ſulla non fuſibilità delle altre, poichè eſſe poſſono eſſerlo pel ſecondo, o terzo mezzo; e finalmente non dire affermativamente, ed eſcluſivamente parlando del ſuo fornello, che *in un' ora di tempo, o due al più eſſo fonde quanto è fuſibile nella Natura*. Per la ragione ſteſſa un altro Chimico, il quale, come il Sig. d'Arcet, non ſi è ſervito che del ſecondo mezzo, prende errore s' egli ſi crede in contraddizione con quello, che ſi è ſervito del primo; e ciò per non aver egli potuto fondere molte materie che l'altro ha liquefatte, ed all' oppoſto meſſe in fuſione dell' altre ſoſtanze, che non avevano potuto eſſere fuſe dal ſecondo; imperciocchè ſe l' uno, o l' altro immaginato ſi foſſe d' impiegare ſucceſſivamente i due mezzi, avrebbe ſgombrata ogni contraddizione, e capito, che la diverſità dei riſultati non deriva che dalla differenza de' mezzi adoprati. Coſa dunque riſulta di vero da tutto ciò, ſe non che, al novero delle materie fuſe dal Sig. Pott, biſogna aggiugnere quelle del Sig. d'Arcet, e ricordarſi ſolamente che le prime

ne, e l'altre sostanze che derivano dal detrimento delle conchiglie, e madrepore, non possono con questi mezzi ridursi a fusione.

per esser fuse abbisognano del primo, le altre del secondo mezzo. Non v'è dunque contraddizione veruna tra le sperienze del Sig. Pott, e quelle del Sig. d'Arcet ch'io credo egualmente buone; tuttedue però dopo questa conciliazione non avrebbono ragion di conchiudere d'aver fuso con questi due mezzi tutto ciò che può fondersi nella Natura; poichè si può dimostrare che col terzo mezzo, cioè cogli specchj ustorj si fonde, si vetrifica, si volatilizza, ed anche s'abbrucia qualunque materia, eziandio di quelle che loro sembrarono fisse, e refrattarie al fuoco de' loro fornelli. Io non m'arresterò su molte cose di osservazione, le quali per altro meriterebbero d'essere considerate; poichè è sempre util cosa il non lasciar germogliare delle idee erronee, o dei fatti non ben compresi, dai quali dedurre si possono delle false conseguenze. Il Sig. d'Arcet dice d'aver osservato costantemente che la fiamma fa maggior effetto del carbone: sì senza dubbio, se questo non vien sollecitato dal vento; ma ogni qualvolta il carbone acceso sarà vivificato da un'aria rapida, vi sarà della fiamma più attiva, la quale produrrà effetti molto maggiori della fiamma tranquilla. Nella stessa maniera, allorchè dice che i fornelli danno il calore in ragione della loro grossezza; questo non può essere vero se non nel caso, in cui supposti eguali i fornelli, il fuoco ch'essi contengono sarà nel tempo stesso animato da due correnti d'aria eguali in volume, ed in rapidità. La violenza del fuoco dipende quasi interamente da questa rapidità della corrente d'aria che l'anima, come

Tuttávia io sono persuaso, che se si giugnerà a tanto d'accrescere ancor più la forza de' fornelli, e soprattutto la potenza degli specchj ustorj, si arriverà eziandio al punto di fondere queste materie calcaree, chè sembrano essere d'una natura differente dell' altre; perciocchè vi sono mille, e mille ragioni per credere che realmente la loro sostanza sia la medesima, e che il vetro sia la base comune di tutte le materie terrestri.

Dalle sperienze, che io stesso ho potuto fare per paragonare la forza del fuoco, secondochè se ne impieghi o la velocità, o il volume, o la massa, ho trovato che il fuoco dei più grandi, e più potenti forni di vetreria è debole, se si paragoni con quello dei forni a mantice, e che il fuoco prodotto nel punto, al quale concorrono i raggi di un buono specchio ustorio, è ancora più forte di quello dei più gran forni di fucina. Io ho tenuto per ben trentasei ore nella parte più calda d'un forno di Rouelle

---

io posso dimostrare con una mia propria sperienza: ho veduto la pietra renosa creduta non fusibile dal Sig. d'Arcet colare, e coprirsi di smalto per mezzo di due buoni mantici, senza però il soccorso d'alcun fornello a fuoco aperto. L'effetto dei fornelli grossi non è d'accrescere il calore, bensì di conservarlo; e di fatti il conservano tanto più a lungo, quanto più sono grossi.

in Borgogna, ove si fabbricano degli specchj così grandi, e così belli come a Saint-Gobin in Picardia, e dove il fuoco è tanto violento, ho tenuto, dico, per trentasei ore a questo fuoco la miniera di ferro, senzachè siasi fusa, nè agglutinata, nè in alcun modo alterata, dove all' opposto in meno di dodici ore questa miniera si fonde nei forni della mia fucina; tanto quest' ultimo fuoco è superiore all' altro. Parimente ho fuse, o rese volatili collo specchio ustorio molte materie, che non si potette fonderle nè col fuoco de' forni di riverbero, nè con quello de' più potenti mantici; per lo che mi sono convinto che quest' ultimo mezzo è il più potente di tutti. Ma mi riservo a riferire nella parte esperimentale della mia Opera il circonstanziato racconto di queste importanti esperienze, accontentandomi per ora d'indicarne il loro risultato generale.

Volgarmente si crede, che la fiamma sia la parte più calda del fuoco; niente però è più mal fondato di questa opinione, potendosi dimostrare il contrario colle esperienze le più facili, e le più famigliari. Presentate ad un fuoco di paglia, oppure alla fiamma d'una fascina accesa un panno d'asciugarsi, o da riscaldarsi, e vi abbisognerà il doppio, e il triplo di tempo per comunicarli il grado di secchezza o di calore, che gli comunichereste, esponendolo

alla bragia senza fiamma, o anche ad una stuffa ben calda. La fiamma è stata ben caratterizzata da Newton, che l'ha definita un fumo che abbrucia (*flamma est fumus candens*), e questo fumo, o vapore che abbrucia, non ha giammai la medesima quantità ed intensità di calore del corpo combustibile, dal quale esso parte, e solamente elevandosi, ed estendendosi lontano, ha la proprietà di comunicare il fuoco, e di portarlo più lungi di quello che estendasi il calor della bragia, che solo non basterebbe per comunicarlo anche d'appresso.

Questa comunicazione di fuoco merita una particolare attenzione. Ho veduto dopo avervi fatta considerazione, che per ben intenderla, abbisognerebbe valersi non solo de' fatti, che sembranvi aver rapporto, ma ancora di alcune nuove esperienze, il successo delle quali non mi sembra lasciare alcun dubbio sulla maniera, con cui si fa quest' operazione della Natura. Se si ricevano in una forma due, o tre mille libbre di ferro all' uscir del forno; questo metallo perde in poco di tempo la roventezza, e cessa d'essere rosso dopo un'ora o due, secondo la grossezza più o meno grande della verga; e se nel momento che cessa di apparir rosso, si cava dalla forma, le parti inferiori saranno ancora rosse; ma perderanno in poco tempo questo colore. Ora

fintanto che il rosso sussiste potranno infiammarsi, ed accendersi le materie combustibili, che applicherannosi a questa verga, ma perduto lo stato di roventezza, una gran quantità delle medesime non può esser infiammata: eppure il calore ch' ella spande, è forse cento volte più grande di quello d'un fuoco di paglia, che nondimeno infiammerebbe tutte queste materie; il qual fenomeno mi ha fatto pensare ch' essendo necessaria alla comunicazione del fuoco la fiamma, vi è della fiamma in ogni roventezza, come infatti sembra essere indicato dal color rosso. Ma l'abitudine di non risguardar come fiamma, se non se quella materia leggiere, che l'aria agita e trasporta, non ci ha lasciato pensare ch' essere vi poteva della fiamma abbastanza densa per non obbedire, come la comune, all' impulso dell' aria: e questo è quello che ho voluto verificare con qualche esperienza, approssimando, per gradi di linea, e mezza linea, materie combustibili alla superficie del metallo in roventezza, e nello stato che vi vien dopo [17].

Sono dunque convinto che le materie incombustibili, e le più fisse, come l'oro, e

[17] Veggasi il racconto di queste sperienze nella parte sperimentale di quest' Opera.

l'argento, nello ſtato di roventezza vengono circondate da una fiamma denſa, che non s'eſtende che a picciolisſima diſtanza, e che, per così dire, è attaccata alla loro ſuperficie, e concepiſco facilmente che quando la fiamma divien denſa ad un certo grado, esſa non obbediſce più all' agitazion dell' aria. Quel color bianco o rosſo, che uſcendo da tutt' i corpi roventi, viene a ferire i noſtri occhj, è lo ſvaporamento di quella fiamma denſa, che circonda i corpi, rinovandoſi incesſantemente alla ſuperficie. La luce del Sole medeſimo, non è ella lo ſvaporamento di queſta fiamma denſa, per cui la ſua ſuperficie brilla tanto, e riſplende? Queſta luce non produce ella, quand' è addenſata, gli ſteſſi effetti della fiamma più viva? Non comunica ella il fuoco con altrettanto di prontezza, e di energia, e non reſiſte ella come la noſtra fiamma denſa all' impulſo dell' aria, e non ſegue eziandio una retta via, che il movimento dell' aria non può nè contraſtare, nè cangiare? Poichè ſoffiando, come io ho provato, con un forte ſoffietto ſu 'l cono luminoſo d'uno ſpecchio uſtorio, non ſcemaſi nulla l'azion della luce, di cui è compoſto, e che deveſi riguardare come una vera fiamma, più pura, e più denſa di tutte le fiamme delle noſtre materie combuſtibili.

Il fuoco dunque comunicaſi per mezzo

della luce, e il calor solo non può produrre il medesimo effetto, se non diventando forte quanto basti per essere luminoso. I metalli, le selci, le pietre arenose, le argille, le pietre calcaree, qualunque possa essere il vario grado del loro calore, non potranno infiammare due corpi, se non dopo essere divenute luminose. L'acqua stessa, quell' elemento distruttore del fuoco, per la quale solo noi possiamo impedirne la comunicazione, lo comunica ciò non ostante, allorchè in un vaso ben chiuso, come la macchina di Papino [18], vi si fa penetrare una quantità di fuoco grande, quanto basti per renderla luminosa, ed abile a fondere il piombo, e lo stagno: laddove se ella non è che bollente, invece di propagare, e comunicare il fuoco, lo spegne in un subito. Egli è vero, che il calor solo basta a preparare, e disporre i corpi combustibili all' infiammazione, e gli altri alla roventezza, discacciando da essi tutte le particelle umide, cioè l'acqua che fra tutte le materie più validamente opponesi all' azione del fuoco:

[18] Nel *Digestore* di Papino, il calore dell' acqua arriva al segno di liquefare il piombo, e lo stagno che vi si sospende con filo di ferro, o di ottone. *Musschenbroek*, *Saggio di Fisica*, *pag.* 434. citato dal Sig. de Mairan, *Dissertazione sul ghiaccio*, *pag.* 192.

e ciò, ch'è più notabile, si è che questo medesimo calore, che dilata tutt' i corpi non lascia d'indurirli diseccandoli, come io riconobbi cento volte, esaminando le pietre de' miei gran forni, e massimamente le pietre calcaree, le quali acquistano un aumento di durezza proporzionale al tempo, in cui provarono il calore. Quelle, per esempio, delle pareti esteriori del forno, che hanno ricevuto senza interrompimento per cinque o sei mesi di seguito, ottanta, o ottantacinque gradi di calor costante, indurano tanto, che si ha della pena a tagliarle cogli stromenti ordinarj de' tagliatori di pietre; e direbbesi ch' esse hanno cangiato di qualità, abbenchè la conservino per tutti gli altri riguardi; perciocchè non lasciano di convertirsi in calce come le altre, quando loro si applichi il grado di fuoco necessario alla calcinazione.

Queste pietre, rese dure dal calore, diventano nel tempo stesso specificamente più gravi [19], donde ho creduto dover trarne un' induzione, la quale prova e conferma pienamente che il calore, comecchè in apparenza sempre fuggitivo, e giammai stabile nei corpi che penetra, de' quali, per quanto sembra, si sforza costantemente d'u-

---

[19] Vedete intorno a ciò le sperienze ch' io riferisco nella parte esperimentale di quest' Opera.

ſcirne, vi depone tuttavia in modo aſſai ſtabile molte parti che in eſſi ſi fiſſano, e vengono ſoſtituite in quantità anche maggiore alle particelle acquoſe, o d'altro genere, ch'egli ne ha diſcacciate. Ma ciò, che ſembra contrario, o almeno difficilmente conciliabile, ſi è che queſta ſteſſa pietra calcarea, che rendeſi ſpecificamente più peſante dall'azione di un moderato calore continuato a lungo, diventa toſto più leggiere quaſi della metà del ſuo peſo, facendola ſoggiacere al gran fuoco neceſſario alla ſua calcinazione, e ch'eſſa perde in un tempo non ſolo tutta la durezza acquiſtata dall'azione del ſemplice calore, ma altresì la naturale, cioè la coerenza delle ſue parti coſtituenti; effetto ſingolare che mi riſerbo a ſpiegare nell'articolo ſeguente, ove tratterò dell'aria, dell'acqua, e della terra, perciocchè ſembrami appartenere più alla natura di queſti tre elementi, che non a quella dell'elemento del fuoco.

Ma queſto è il luogo di parlare della calcinazione preſa in generale, la quale è per i corpi fiſſi ed incombuſtibili quello che la combuſtione è per le materie volatili ed infiammabili: per la calcinazione fa di meſtieri del ſoccorſo dell'aria, come per la combuſtione, e tanto più preſto ella ſi opera, quanto maggiore quantità d'aria vi concorre, ſenza della quale il fuoco niente può cal-

cinare, niente infiammare, fuor delle materie che contengono in se stesse, e somministrano, a misura che abbruciano, o si calcinano, tutta l'aria necessaria alla combustione, o alla calcinazione delle sostanze, colle quali si mischiano. Questa necessità del concorso dell' aria tanto nella calcinazione quanto nella combustione, indica che tra loro sonvi comuni più cose che non si pensarono. L'applicazione del fuoco è il principio di tutteddue; quella dell' aria ne è la causa seconda, e quasi necessaria al par della prima; ma queste due cause inegualmente combinansi, secondochè agiscono in più o men tempo, con forza maggiore o minore, sulle differenti sostanze. Quindi per ragionarne giustamente bisogna richiamare a mente gli effetti della calcinazione, e paragonarli tra loro, e con quelli della combustione.

La combustione si fa prontamente, e qualche volta in un istante, e la calcinazione è sempre più lenta, anzi qualche volta lunga fino a credersi impossibile, ed a misura che le materie sono più infiammabili, e che si somministra loro maggior aria, la combustione si fa più rapidamente; e per ragione inversa quanto più incombustibili sono le materie, con altrettanta maggiore lentezza si fa la calcinazione; ed allorchè le parti costituenti una sostanza, come l'oro,

non ſolamente ſono incombuſtibili, ma appariſcono fiſſe a ſegno di non poter eſſer reſe volatili, la calcinazione non produce alcun effetto per violenta che ſia. La calcinazione, e la combuſtione devonſi dunque conſiderare come effetti del medeſimo ordine, gli eſtremi de' quali vengonci coſtituiti dal fosforo, ch' è il più infiammabile de' corpi, e dall' oro, ch' è il più fiſſo e il men combuſtibile. Quindi tutte le ſoſtanze compreſe in queſti due eſtremi saranno più o meno ſoggette agli effetti della combuſtione, o della calcinazione, ſecondo che più o meno s'avvicineranno ai predetti eſtremi, per modo che nel punto di mezzo ſi troveranno ſoſtanze, che al fuoco proveranno combuſtione, e calcinazione in grado quaſi eguale. Da ciò noi poſſiamo conchiudere, ſenza paura d'ingannarci, che ogni calcinazione è ſempre accompagnata da un poco di combuſtione, ed ogni combuſtione da un poco di calcinazione. Le ceneri, e gli altri riſultati delle materie più combuſtibili, non dimoſtrano forſe che il fuoco ha calcinate tutte le parti, che non ha abbruciate, e che per conſeguente un poco di calcinazione ritrovaſi fra molta combuſtione? La picciola fiamma, che ſollevaſi dalla maggior parte delle materie che ſi calcinano, non dimoſtra forſe nello ſteſſo tempo un poco di

combuſtione? Noi non dobbiamo ſeparare queſti due effetti, ſe vogliamo ſcoprire i riſultati dell' azione del fuoco ſulle differenti ſoſtanze, alle quali ſi applica.

Ma, dirà alcuno, la combuſtione diſtrugge i corpi, o almeno ne diminuiſce ſempre il volume, o la maſſa in ragione della quantità di materia, che rapiſce, o conſuma; e la calcinazione fa ſoventi volte il contrario, ed aumenta il peſo d'un gran numero di materie. Dovrannoſi ciò non oſtante conſiderar queſti due effetti, i riſultati de' quali ſono così contrarj, come effetti del medeſimo ordine? L'obbiezione ſembra fondata, e merita riſpoſta, tanto più che forma il punto più difficile della queſtione; tuttavia credo di potervi ſoddiſfar pienamente. Conſideriamo adunque una materia, nella quale ſupporremo una metà di parti fiſſe, ed una di volatili, o combuſtibili; coll' applicazione del fuoco tutte queſte parti volatili o combuſtibili ſaranno rapite o abbruciate, e quindi ſeparate dalla maſſa totale, ed allora queſta maſſa, o quantità di materia verrà diminuita della metà, come vediamo ſuccedere alle pietre calcaree, che perdono al fuoco quaſi la metà del loro peſo. Ma ſe ſi continua per lungo tempo ad applicar fuoco a queſta metà tutta compoſta di parti fiſſe, è facile il concepire, ch' eſſendo ceſſata ogni

combuſtione, ogni volatilizzazione, queſta materia invece di continuare a perdere della ſua maſſa, deve al contrario acquiſtarne a ſpeſe dell'aria, e del fuoco, da' quali non ceſſa d'eſſere penetrata; e quelle, che, come il piombo perdono niente, ma anzi guadagnano per l'applicazione del fuoco, ſono materie di già calcinate, e dalla Natura preparate al grado, in cui la combuſtione è ceſſata, e conſeguentemente ſuſcettibili d'aumentare di peſo al primo iſtante, che applicanſi al fuoco. Abbiamo viſto che la luce s'ammortiſce, e ſi ſpegne alla ſuperficie di tutt'i corpi, che non la riflettono, e viſto ancora abbiamo che il calore per la ſua lunga dimora ſi fiſſa in parte nelle materie che penetra; ſappiamo eziandio che l'aria quaſi egualmente neceſſaria alla calcinazione come alla combuſtione, è ſempre tanto più neceſſaria alla calcinazione, quanto più di fiſſezza hanno le materie; e che fiſſandoviſi ella ſteſſa nell' interiore de' corpi, ne divien parte coſtituente. Ciò poſto non è egli naturaliſſimo di penſare che queſt' aumento di peſo non deriva che dall' aggiunta di particelle di luce, di calore, e d'aria, che fiſſate infine ſi ſono ed unite ad una materia, contro la quale eſſe hanno fatto tanto di ſforzo, ſenza poterla o rapire, o abbruciare? Queſto è tanto vero, che quando loro preſentiſi in ſeguito una

ſoſtanza combuſtibile, colla quale abbiano più d'analogia, o piuttoſto di conformità di natura, eſſe avidamente ſe ne impadroniſcono, abbandonano la materia fiſſa, a cui ſolo, per così dire, per forza erano attaccate, riacquiſtano per conſeguenza il loro moto naturale, la loro elaſticità, e volatilità, e tutte ſi partono colla materia combuſtibile, colla quale congiunte ſi ſono. Allora il metallo, o la materia calcinata, alla quale voi avete reſtituite queſte parti volatili che avea perdute nella combuſtione, riprende la ſua prima forma, e il ſuo peſo ritrovaſi diminuito di tutta la quantità delle particelle di fuoco, e d'aria, che fiſſate ſi erano, e che col mezzo di queſta nuova combuſtione, furono rapite di nuovo. Tuttociò operaſi per la ſola legge delle affinità, e dopo quanto abbiam detto parmi non ſiavi maggior difficoltà a concepire la riduzione della calce metallica, che intendere come un metallo ſi precipiti in diſſoluzione, eſſendo medeſima la cauſa, e pari gli effetti. Un metallo diſciolto da un acido ſi precipita, e quando preſentaſi a queſt' acido un' altra ſoſtanza, colla quale egli abbia maggior affinità, che col metallo, l'acido l'abbandona, e lo laſcia cadere; e nella ſteſſa maniera queſto metallo calcinato, carico, cioè, di particelle d'aria, di calore, e di fuoco, che eſſendo fiſſate lo

tengono sotto forma di calce, si precipiterà, ovvero si ridurrà, quando a questo fuoco, e a quest'aria fissi presenteransi delle materie combustibili, colle quali abbiano affinità maggiore, che col metallo; il quale, liberato che sarà da quell'aria, e da quel fuoco superflui, e riacquistate che avrà, a spese delle materie combustibili presentategli, le parti volatili, che aveva perdute, riprenderà la sua prima forma.

Questa spiegazione mi par tanto semplice, e chiara, che non vedo cosa possa opporlesi. L'oscurità della Chimica deriva in gran parte dall'aver poco generalizzati i principj, e dal non averli uniti a quelli della Fisica sublime. I Chimici hanno addottate le affinità senza comprenderle, cioè senza intendere i rapporti della causa all'effetto, il quale tuttavia altro non è che quello dell'attrazione universale. Eglino crearono il loro flogisto senza pur sapere cosa e' sia; eppure non è che aria e fuoco fissati; ed a misura del bisogno, che ne ebbero, si formarono essi degli enti ideali, dei *mineralizzatori*, delle *terre mercuriali*, de' nomi, e de' termini tanto più vaghi, quanto più generale n'è il significato. Io oso dire che il Sig. Macquer [20], e il Sig.

---

[20] Dizionario di Chimica. *Parigi*, 1766.

di Morveaux [21], ſiano i primi de' noſtri Chimici, che abbiano cominciato a parlar intelligibilmente [22]. Naſce ora dunque queſta ſcienza, poichè ſi comincia a parlarla, e ſi parlerà tanto meglio, tanto più facilmente intenderaſſi, quanto più lungi vi terremo i motti tecnici, quanto più di buona fede rinuncieremo a tutti quei piccioli principj ſecondarj dedotti dal metodo, e quanto più di ſtudio faremo per cavarli dai principj generali della Meccanica razionale, e con quanta maggior premura cercheremo di ridurli alle leggi della natura, ſagrificando di buona voglia la facilità di ſpiegare in maniera precaria, e ſecondo l'arte, i fenomeni della compoſizione, o decompoſizione delle ſoſtanze, alla difficoltà di preſentarli per quel che ſono, per effetti cioè particolari, dipendenti da effetti più generali, i quali ſono le vere cauſe, i ſoli principj reali, ai quali dobbiamo attenerci, ſe vogliamo perfezionare la ſcienza della Filoſofia naturale.

---

[21] Digreſſioni Accademiche. *Dijon*, 1772.

[22] Nel tempo ſteſſo che s' imprimono queſti fogli, eſce alla luce l'Opera del Sig. Baumè che ha per titolo: *Chimica ſperimentale, e ragionata*. L'Autore non ſolamente parla una lingua intelligibile, ma altresì ſi moſtra tanto buon Fiſico quanto gran Chimico, ed io ho avuto il piacere di vedere che alcune delle ſue idee generali s'accordano colle mie.

Credo aver dimoſtrato [23], che tutte le piccole leggi delle affinità Chimica in apparenza sì variabili, e differenti tra loro, altro tuttavia non ſono che la legge generale dell' attrazione comune a tutta la materia; che queſta gran legge ſempre coſtante, ſempre la ſteſſa non ſembra variare che per la ſua eſpreſſione, la quale non può eſſere la medeſima, allorchè la figura de' corpi entra, qual elemento, nella loro diſtanza. Con queſta nuova chiave noi potremo ſcrutinare i più profondi ſegreti della Natura, arrivare a conoſcere la figura delle parti primitive delle differenti ſoſtanze; ed aſſegnare le leggi, e i gradi delle loro affinità, e determinare le forme ch' eſſe prenderanno nel riunirſi, ec. Credo ancora di aver dichiarato come l' impulſione dipende dall' attrazione, e che comecchè ſi poſſa conſiderarla come una forza diverſa, non è però che un effetto particolare di queſta forza unica, e generale. Ho preſentata la comunicazione di moto come impoſſibile ſe non per l' elaſticità, donde ho conchiuſo che tutt' i corpi della Natura ſono più o meno elaſtici, e che alcuno non ve ne ha di perfettamente duro, cioè d' interamente privo d' elaſticità, poichè tutti ſono

[23] Vedete in queſt' Opera, l' articolo che ha per titolo: *della Natura, ſeconda viſta*.

atti a ricever del moto. Mi sono ingegnato di far comprendere come questa forza unica possa mutar direzione, e d'attrattiva diventar ad un tratto ripulsiva. Da questi grandi principj, tutti fondati sulla Meccanica razionale, ho procurato di dedurne le principali operazioni della Natura, quali sono la produzione della luce, del calore, del fuoco, e della loro azione sulle differenti sostanze: quest' ultimo oggetto è il più interessante, ed è altresì un campo vasto, la di cui coltura richiede più d'un secolo, del quale io non ho potuto coltivare che uno spazio mediocre, rimettendo a mani più abili o più laboriose gli stromenti, di cui mi sono servito. Questi stromenti sono i tre mezzi d'impiegare il fuoco per la sua velocità, pel suo volume, e per la sua massa, applicandolo concorrentemente alle tre classi di sostanze, le quali tutte o perdono, o guadagnano, o non perdono, nè guadagnano per l'applicazione del fuoco. Le sperienze da me fatte sul raffreddamento de' corpi, sul peso reale del fuoco, sulla natura della fiamma, su i progressi del calore, sulla sua comunicazione, perdita, concentrazione, e violenta azione senza fiamma, ec. sono anch'esse altrettanti stromenti che risparmieranno molto di fatica a quelli che vorranno servirsene, e produrranno una messe molto ampia di utili cognizioni.

DEGLI ELEMENTI.

SECONDA PARTE.

Dell' Aria, dell' Acqua, e della Terra.

ABbiamo visto che l'aria è l'amminicolo necessario, e il primo elemento del fuoco, il quale non può sussistere, nè propagarsi, nè aumentarsi che in quanto se l'assimila, la consuma, o trasporta, dove al contrario l'aria è fra tutte le sostanze materiali, quella che sembra esistere più indipendentemente, e sussistere più facilmente, e costantemente senza il soccorso o la presenza del fuoco. Imperciocchè, quantunque essa abbia abitualmente il calore a un di presso medesimo dell'altre materie poste alla superficie della terra, potrebbe però farne senza, abbisognandone a questa molto meno che all' altra per conservare la sua fluidità; poichè i freddi più eccessivi o naturali, o artificiali, nulla le fan perdere della sua natura; e poichè le condensazioni più forti non sono capaci a toglierle l'elasticità, e il fuoco attivo, anzi attualmente in esercizio sulle materie combustibili, è il solo agente che possa alterare la sua natura, rarefacendola, indebolendo, cioè,

e diſtendendone la ſua molla fino al punto di renderla ſenza effetto, e di diſtruggerne così la ſua elaſticità. In queſto ſtato di troppo grande eſpanſione, e d'indebolimento eſtremo della ſua molla, e in tutt'i gradi precedenti queſto ſtato, l'aria è capace di riprendere la ſua elaſticità a miſura che i vapori delle materie combuſtibili che indebolita l'avevano, ſvaporano, e dividonſi da eſſe. Ma ſe la molla è ſtata totalmente indebolita, e sì prodigioſamente teſa, che non poſſa più nè riſerrarſi, nè reſtituirſi, perſa avendo tutta la ſua potenza elaſtica, l'aria di volatile ch'era dapprima diventa una ſoſtanza fiſſa, la quale coll'altre s'incorpora, e forma allora parte coſtituente di tutte quelle, alle quali ſi uniſce per contatto, e nelle quali penetra coll'ajuto del calore. Sotto queſta nuova forma eſſa non può più abbandonare il fuoco, che per unirſi come materia fiſſa ad altre materie fiſſe; e ſe alcune particelle ne rimangano inſeparabili dal fuoco, eſſe formano allora porzione di queſt'elemento, e ſervonli di baſe, e ſi depongono con eſſo nelle ſoſtanze che ſcaldano, e penetrano inſieme. Queſt'effetto che manifeſtaſi in tutte le calcinazioni è tanto più ſicuro e ſenſibile, quanto più a lungo il calore vi viene applicato. La combuſtione non eſige che poco tempo per farſi compitamente, e la calcinazione invece ne abbiſo-

bisogna di molto, e per affrettarla fa d'uopo condurre alla superficie, cioè, presentare successivamente all' aria le materie che voglionsi calcinare, fonderle, o dividerle in particelle impalpabili, acciocchè esse offrano a quest' aria una maggior superficie; ed anche valersi di mantici, non tanto per accrescere l'ardor del fuoco, quanto per istabilire una corrente d' aria sulla superficie delle materie, se vuolsi accelerare la loro calcinazione; ma, malgrado tutti questi mezzi, per renderla compiuta, egli è bene spesso necessario molto tempo [1]; donde deesi conchiudere, che una lunga dimora dell' aria, divenuta fissa nelle sostanze terrestri, è necessaria, perch' ella sotto questa nuova forma vi si stabilisca a soggiorno.

Ma per togliere all' aria la sua elasticità, non è poi d' uopo d' un fuoco violento; poichè il più picciolo fuoco, ed anche il ca-

[1] Io non so se non calcinerebbesi l' oro, non mettendolo come Boyle, o Kunkel, per lunghissimo tempo in un forno di vetreria, in cui la velocità dell' aria non è grande, ma collocandolo presso del bucolare d' un buon forno a vento, e tenendolo in fusione in un vaso aperto, in cui s' immergesse una piccola spatola, la quale si adattasse in maniera da volgere, e smovere continuamente l'oro in fusione; imperciocchè non v' è paragone tra la forza di questi fuochi, essendo qui l' aria molto più accelerata che nei forni di vetreria.

lore molto mediocre, applicato immediatamente, e costantemente ad una picciola quantità d'aria, bastano per distruggerne l'elasticità; e affinchè privata della sua molla si fissi in seguito ne' corpi, non ricercasi che più o meno di tempo, giusta la maggiore o minore affinità ch'ella sotto questa nuova forma può avere colle materie, alle quali s'unisce. Il calore degli animali, non meno che de' vegetabili, è ancora valevole a produrre quest'effetto. I gradi di calore sono differenti ne' varj generi di animali, e cominciando dagli uccelli che sono i più caldi di tutti, si passa successivamente ai quadrupedi, all'uomo, ai cetacei che lo sono meno; ai rettili, ai pesci, agli insetti che molto meno lo sono; e finalmente ai vegetabili, il calore de' quali, abbenchè assai reale, ed in inverno maggiore di quello dell'atmosfera, è così picciolo che [2] agli Osservatori è sembrato nullo.

---

[2] ,, In tutte le sperienze da me fatte, (dice ,, il Dottor Martine) non ho potuto scoprire ,, che alcuno de' vegetabili, in virtù del princi- ,, pio di vita, acquisti un grado di calore supe- ,, riore a quello del mezzo che lo circonda, il ,, quale possa essere distinto; all' opposto tutti ,, gli animali, per poco che la loro vita sia ,, animata, hanno un grado di calore più con- ,, siderevole di quello dell' aria, o dell' acqua ,, in cui vivono ". *Saggio sui termometri*, ar-

Ho fatta osservazione su un gran numero di grossi alberi tagliati in tempo freddo, che il loro interno era sensibilissimamente caldo; e questo calore durava molti minuti dopo il di loro taglio: nè il solo moto violento della scure, o il brusco, e replicato sfregamento della sega producevanlo; imperciocchè tagliando in seguito questo legno col conio, ho veduto ch'egli era caldo due o tre piedi lungi dal sito, ove il conio si era conficcato, e conseguentemente in tutto l'interno del legno eravi un grado di calore assai sensibile. Questo calore è molto mediocre, finchè la pianta è giovane, ed in buon essere; ma nell'invecchiare, il suo nocchio riscaldasi per la fermentazione del sugo che più non circola colla libertà di prima; e questa parte del centro riscaldandosi acquista una tinta rossa, ch'è il primo indizio della morte dell'albero, e del disfacimento della organizzazione del legno; ed avendone io in questo stato brancicati dei pezzi, ebbi a trovarli così caldi, come se fossero stati scaldati. Che se gli Osservatori non hanno trovata veruna dif-

---

ticolo XXXVII., edizione in 12. Parigi 1751. „ Non scopresi alcun grado di calore nelle pian- „ te tanto ne' loro umori, quanto nel nocchio del „ loro stipite ". Bacon, *Nov. Organ.* II, 12.

ferenza tra la temperatura dell' aria ed il calore de' vegetabili, egli è perchè han fatte malamente le loro osservazioni, nè hanno posto mente, che in estate il calore dell' aria è così grande, anzi maggiore di quello dell' interno d' un albero; laddove in inverno trovasi tutto il contrario; nè sonosi ricordati che le radici costantemente hanno almeno il grado del calore della terra che le circonda, e che questo calore dell' interior della terra è durante tutto l'inverno considerevolmente maggiore di quello dell' aria, e della superficie della terra dall' aria raffreddata; nè richiamato hanno alla memoria che i raggi del Sole, cadendo troppo vivamente sulle foglie, e sull' altre parti dilicate de' vegetabili, non le riscaldano solo, ma le abbruciano; che parimente riscaldano a un grandissimo grado la corteccia e il legno, la superficie dei quali essi penetrano, ed in cui s' ammortiscono, e fissansi; nè hanno pensato che il solo moto del sugo di già caldo, è una cagion necessaria di calore, e che aumentandosi coll'azione del Sole, o di altro esterior calore questo movimento, il calore de' vegetabili deve essere tanto più grande, quanto più accelerato è il moto del loro sugo, ec. Io non insisto a lungo su questo punto, se non a motivo della sua importanza, e perchè l'uniformità del piano della Natura si di-

struggerebbe, se dopo aver accordato a tutti gli animali un grado di calore superiore a quello delle materie rozze, negato l'avesse poi a' vegetabili, i quali come gli animali stessi, hanno la loro specie di vita.

Ma quì l'aria contribuisce ancora al calor animale e vitale, siccome abbiam veduto più sopra contribuir all' azione del fuoco nella combustione, e nella calcinazione delle materie o combustibili, o calcinabili. Gli animali che avendo polmoni, conseguentemente respirano l'aria, hanno sempre maggior calore di quelli che ne son privi; anzi quanto più è estesa, e ramificata in maggior numero di cellule, o bronchj l'interior superficie de' polmoni; brevemente, quanto più di superficie essi presentano all' aria, che dall' animale attraesi coll' ispirazione, tanto più caldo diviene il suo sangue, e tanto più esso comunica di calore a tutte le parti del corpo che irriga, o nodrisce; e questa proporzione ha luogo in tutti gli animali conosciuti. Gli uccelli relativamente al volume del loro corpo hanno i polmoni considerevolmente più estesi che l'uomo, o i quadrupedi. Ne' rettili, in quelli ancora che hanno voce, come le rane, una semplice vescica tiene luogo di polmoni; e gl' insetti che hanno poco o niente di sangue, non attraggono l'aria, che per mezzo di qualche trachea, ec. Così prendendo il grado della

temperatura della terra per termine di paragone, ho veduto che supposto questo calore di 10 gradi, quello degli uccelli era a un di presso di 33 gradi, quello di qualche quadrupede più di $31\frac{1}{2}$, quello dell'uomo di $30\frac{1}{2}$ o 31 [3], invece che quello delle rane è

[3] „ Al mio termometro, dice il Dottor Martine, in cui il termine della congelazione è „ segnato 32, io ho trovato che la mia pelle „ ne' luoghi, nei quali era ben coperta sollevava il mercurio a' gradi 96, o 97 .... „ che l'orina resa di fresco, e ricevuta in un „ vaso allo stesso suo grado di temperatura è „ appena d'un grado più calda della pelle, e „ noi possiamo supporre che appresso a poco sia „ al grado del calore delle vicine viscere.... „ Nei quadrupedi ordinarj, come i cani, i gatti, le pecore, i buoi, i majali ec. il calor „ della pelle innalza il termometro 4 o 5 gradi più che nell'uomo, e lo solleva ai gradi „ 100, 101, 102½ e in alcuni al grado 103, e „ ancora un po' più alto ...... Il calore de' „ cetacei è uguale a quello dei quadrupedi..... „ Io ho trovato che il calore della pelle della „ foca era prossimo al grado 102, e quello „ della cavità del suo addomine un grado incirca di più .... Gli uccelli sono i più „ caldi di tutti gli animali, e sorpassano di tre „ o quattro gradi i quadrupedi, secondo l'esperienza ch'io medesimo ne ho fatta sopra le „ anitre, le oche, le galline, i piccioni, le „ pernici, le rondini: la palla del termometro „ collocata tra le loro cosce, il mercurio si „ sollevò ai gradi 103, 104, 105, 106, 107 ". Lo stesso Osservatore ha conosciuto che i bruchi

solo di 15 o 16, quello de' pesci e degli insetti di 11 o 12, cioè il minore di tutti, e quasi lo stesso di quello de' vegetabili. Il grado adunque di calore nell' uomo e negli animali dipende dalla forza, e dall' estension de' polmoni, poichè questi sono i mantici della macchina animale, e trattengono ed

avevano pochissimo calore, cioè incirca due o tre gradi di più dell' aria in cui vivono. „ Così, „ dic' egli, la classe degli animali freddi è for- „ mata da tutta la famiglia degl' insetti; trat- „ tene le api che ne fanno una singolare ecce- „ zione * . . . . Io ho trovato per reiterate „ esperienze che il calore d'uno sciame di pec- „ chie sollevava il termometro, che ne era cir- „ condato al grado 97, calore non inforiore al „ nostro. Il calore degli altri animali d'una „ vita debole, eccede di poco il calore del „ mezzo in cui vivono. Appena troverebbesi „ qualche differenza nei datteri, e nelle ostri- „ che, pochissima nei passerini, negli aselli, „ nei merluzzi ed altri pesci a branchie, i quali „ mi sembrarono tutti avere appena un grado „ di più dell' acqua di mare nella quale viveva- „ no; la qual acqua era nel tempo della mia „ osservazione a' gradi 41. Finalmente lo stesso

* *Nota*. Io non so se debbansi eccettuare le api, come vuole la maggior parte de' nostri Osservatori, i quali pretendono che queste mosche abbiano tanto calore, quanto gli animali che respirano; perchè il loro bugno è ugualmente caldo che i corpi di questi animali. A me però sembra che quel calore dell' interiore del bugno non sia il calore di ciascuna pecchia; ma bensì la somma totale del calore che esalasi dai corpi di nove, o diecimila individui stanzianti in quello spazio, dove il loro continuo moto dee ancora aumentarlo, e dividendo questa somma generale di calore per la quantità particolare di calore, che sfugge da ciascun individuo si troverebbe forse che la pecchia non ha più di calore che un' altra mosca.

aumentano il fuoco, secondo che sono più o meno potenti, e più o meno pronto è il loro movimento. La sola difficoltà è il concepire come questa specie di mantici, la costruzione de' quali tanto è superiore a quella dei nostri usuali, quanto la Natura è al disopra dell' arte, possano portar l'aria sul fuoco che ci anima, fuoco, il cui centro sembra indeterminato, fuoco che non si è qualificato con questo nome, perchè senza fiamma, e senza fumo apparente, e perchè il suo calore è molto mediocre, ed uniforme. Se si considera però che il calore, e il fuoco sono effetti, ed anche elementi del medesimo ordine, e se sovviensi che il calore rarefà l'aria, e che distendendo la sua molla, può indebolirla a segno di renderla senza effetto, si potrà al-

„ osservai nei pesci di fiume, e alcune trotte „ ch' io ho esaminate erano al grado 62, mentre l'acqua del fiume era al grado 61 ..... „ Secondo il risultato di parecchie sperienze „ ho trovato che le lumache erano 2 gradi più „ calde dell' aria. Le ranocchie, e le tartaru- „ ghe da terra mi parvero avere qualche cosa „ di più, e incirca 5 gradi di più dell' aria „ ch' elleno respirano...... Ho eziandio esa- „ minato il calore d'una reina, e quello d'un' „ anguilla, ed ho trovato che eccedevano ap- „ pena il calore dell' acqua, in cui questi pesci „ vivevano, e ch' erano al grado 54 ". *Saggio sopra i termometri, articoli* 38, 39, 40, 41, 44, 45, 46, *e* 47.

lora penſare che queſt' aria attratta dai noſtri polmoni, rarefacendoſi d'aſſai, deve perdere la ſua elaſticità ne' bronchj, e nelle picciole veſcichette, nelle quali non può penetrare che in picciolisſimo volume, e in bolle, la molla delle quali di già diſteſa oltremodo, ſarà ben preſto diſtrutta dal calore del ſangue arterioſo, e venoſo; non eſſendo queſti vaſi ſanguigni diviſi dalle veſicole polmonari, che ricevono l'aria, ſe non per tenuiſſimi tramezzi che laſciano facilmente paſſare queſt' aria nel ſangue, dove non può non produrre i medeſimi effetti che ſul fuoco comune; imperciocchè il grado di calore di queſto ſangue è più che ſufficiente per diſtruggere interamente l'elaſticità delle particelle dell'aria, fiſſarle, e trattenerle ſotto queſta nuova forma in tutte le ſtrade della circolazione. Il fuoco del corpo animale non differiſce dal fuoco comune ſe non in quanto dal meno al più il grado di calore è minore; di quì è che non vi ha fiamma, poichè i vapori che ſi alzano, e che rappreſentano il fumo di queſto fuoco, non hanno calor baſtevole per infiammarſi, o divenire ardenti, e perchè eſſendo inoltre meſcolati con molte parti umide che rapiſcono con ſe, queſti vapori o queſto fumo non poſſono ardere, nè abbruciarſi [4]. Del reſto tutti

[4] Io ho fatta una grande ſperienza al propoſito dell' infiammazione del fumo. Ho riempiuto di

gli altri effetti sono assolutamente i medesimi. La respirazione di un picciolo animale assorbisce tanto d'aria quanto il lume d'una candela;

---

carbon secco, e conservato al coperto per più di sei mesi due de' miei forni, i quali sono amendue di quattordici piedi d'altezza, e nella loro costruzione niente diversi fra loro, se non per le proporzioni delle dimensioni in larghezza; il primo capace appunto d'un terzo dippiù del secondo. In uno de' medesimi ho messo mille, e duecento libbre di questo carbone, e nell' altro ottocento, ed al più grande ho adattato un tubo d'aspirazione costrutto con un telajo di ferro guernito di latta, il quale era di tredici pollici in quadrato sopra dieci piedi di altezza. Io l'aveva fatto di tredici pollici nei quattro lati, perchè esattamente chiudesse l'apertura superiore del fornello, la quale era quadrata, e di tredici pollici e mezzo in tutte le facce. Prima però di riempiere questi fornelli erasi preparata nella parte bassa una piccola cavità in forma di volta sostenuta con legni secchi, sotto i quali s'è messo il fuoco nell' atto che si cominciava a caricar di carbone. Questo fuoco, il quale in sulle prime era vivo, si rallentò a misura che si caricava; si mantenne però sempre senza spegnersi, ed allorchè i fornelli furono riempiti interamente, io ne ho esaminato il progresso ed il prodotto senza smuoverlo, o niente aggiugnervi. Duranti le prime sei ore, il fumo che aveva incominciato a sollevarsi nell' istante che incominciato s'era a caricare, era umidissimo, come io potei facilmente riconoscere dalle gocce d'acqua che apparivano sulle parti esteriori del tubo d'aspirazione, il quale al fine delle sei ore era appena mediocremente caldo; poichè poteva agevolmente

e in vasi chiusi di capacità eguale, l'animale muore in egual tempo che la candela si spegne, il che giova a dimostrare eviden-

toccarlo. Si lasciò il fuoco, il tubo, e i fornelli per tutta la notte nello stesso stato, e il fumo continuando sempre era divenuto sì abbondante, sì spesso, e sì nero, che il dì seguente, andando alle mie fucine, ho creduto esservi un incendio. L'aria era quieta, e siccome il vento non dissipava il fumo, egli mi nascondeva il forno, per modo ch'io non poteva vederlo. Il fumo era già durato ventisei ore, quando, visitati i miei fornelli, ritrovai che il fuoco, il quale erasi soltanto acceso nella parte inferiore, non era punto accresciuto, e sostenevasi al medesimo grado; ma il fumo, il quale nelle prime sei ore aveva deposto alquanto d'umidità, era divenuto più secco, e tuttavia compariva ugualmente nero. Il tubo d'aspirazione non ne succhiava d'avantaggio, ma soltanto era un poco più caldo, e il fumo non formava più alcuna gocciola sulla superficie esteriore; la cavità dei fornelli, i quali avevano quattordici piedi d'altezza, si trovò vota, a capo di ventisei ore, di tre piedi incirca; io li feci riempire, l'uno con cinquanta, e l'altro con settantacinque libbre di carbone, e immantinenti lor feci riadattare il tubo d'aspirazione, ch'erasi dovuto levare per caricarli. Questo aumento di alimento non accrebbe nè il fuoco, nè il fumo, nè cambiò niente allo stato precedente; ed io osservai ogni cosa per otto ore successive, aspettando ad ogni istante di veder comparir la fiamma, e non concependo perchè il fumo d'un carbon sì secco, e secco egli medesimo, che non deponeva la menoma umidità, non s'infiammasse da se stes-

temente che il fuoco dell' animale, e quello della candela, o d'ogni altra materia combustibile accesa, sono fuochi non solo dello

---

so dopo trentaquattro ore di fuoco sempre sussistente al basso de' forni; io adunque gli abbandonai per la seconda volta in questo stato, ordinando che nissuno li toccasse. Il giorno seguente, dodici ore dopo le trentaquattro, vi trovai la stessa folta nebbia, lo stesso nero fumo che copriva il mio apparecchio, e visitati i miei fornelli vidi che inferiormente il fuoco, e il fumo era tuttavia uguale, e senza alcuna umidità, e che la cavità dei fornelli era vota, nel più piccolo di tre piedi, e due pollici, e di due piedi, e nove pollici nel più grande, al quale era adattato il tubo d'aspirazione. Io tornai a riempiere questo con sessantasei libbre di carbone, e l'altro con cinquantaquattro, e mi risolvetti di aspettare per sì lungo tempo, che bastasse per sapere se finalmente questo fumo non giugnerebbe ad infiammarsi. Scorsero nove ore mentre io l'esaminai di tempo in tempo, e al fine di cinquantacinque ore trovai il fumo secchissimo, soffocantissimo, e caldo sensibilissimamente, ma sempre nero, e senza fiamma, e in questo stato io lo lasciai per la terza volta. Il giorno seguente, tredici ore dopo le cinquantacinque, ritrovai ancora eguale il fumo, ed il carbone de' miei fornelli medesimamente scemato; e siccome io rifletteva sopra questo consumo di carbone senza fiamma, il quale giugneva quasi alla metà di quello che nel tempo istesso, e co' medesimi fornelli si fa, quando v'è fiamma, incominciai a credere che potrei fare molto uso di carbone senza aver fiamma, giacchè dopo tre giorni eransi tre volte caricati i fornelli (perciocchè m'ero dimenticato di dire

medesimo ordine, ma di una sola e stessa natura, ai quali il soccorso dell' aria è egualmente necessario, e tutti due se la appropriano nella stessa maniera, l'assorbiscono come alimento, e la conducono seco o la depositano sotto forma fissa nelle sostanze che penetrano.

I vegetabili, e la maggior parte degl' insetti, non hanno in luogo di polmoni che delle trombe aspiratorie, o delle specie di

---

che in questo stesso giorno erasi riempinta la cavità vota del gran fornello con ottanta libbre di carbone, e quella del piccolo con sessanta). Io li lasciai fumare ancora per più di cinque ore, e dopo aver perduta la speranza di veder da se stesso infiammato questo fumo, il vidi ad un tratto prender fuoco, e fare una specie d'esplosione all' istante medesimo, che se gli applicò la leggier fiamma d'una manata di paglia. Allora fu che tutto il nuvolo del fumo s'infiammò fino alla distanza di dieci piedi, e ad altrettanto d'altezza; e la fiamma, penetrando la massa del carbone, discese nel momento istesso fino al fondo del fornello, e continuò ad abbruciare nella maniera ordinaria. Il carbone consumavasi una volta più presto, quantunque il fuoco inferiore non mi sembrasse più vivo; io mi sono convinto però che i miei fornelli non avrebbero giammai terminato di esalar fumo, se non si fosse dato il fuoco al fumo medesimo; di che niente è più atto a dimostrare, che la fiamma altro non è, se non fumo che abbrucia, e che la comunicazione del fuoco non può aversi se non per mezzo della fiamma.

trachee, colle quali però non lasciano di attrarre tutta l'aria che loro è necessaria, la quale scorgesi passare in bolle molto sensibili nel sugo della vite; e questa non solamente viene attratta dalle radici, ma sovente ancor dalle foglie, e diventa parte essenzialissima della nutrizione del vegetabile, che se l'assimila, fissa e conserva. Il picciol grado di calor vegetabile aggiunto a quello del Sole, basta a distruggere l'elasticità dell'aria contenuta nel sugo, massime allorchè quest'aria non avendo potuto essere ammessa nel corpo della pianta ed arrivare al sugo, senza passar per la trafila di tubi strettissimi, trovasi divisa in particelle quasi infinitamente picciole, che da un picciol grado di calore ponno essere rese fisse. L'esperienza pienamente conferma quanto si è detto finora; poichè le materie animali, e vegetabili contengono tutte una grandissima quantità d'aria fissa, in che consiste uno de' principj della loro infiammabilità, e tutte le materie combustibili contengono molt'aria, tutti gli animali e i vegetabili, tutte le loro parti, i loro detrimenti, le materie tutte che da essi derivano, e le sostanze, nelle quali questi detrimenti trovansi mescolati, contengono tutte più o meno d'aria fissa, e la maggior parte d'esse rinchiude altresì una certa quantità d'aria elastica. Noi non possiamo dubitare di questi fatti resi certi

dalle belle ſperienze del Dottor Hales, comecchè paja che i Chimici non ne abbiano ſentita tutta la forza; poichè avrebber eſſi già da gran tempo riconoſciuto che l'aria fiſſa deve in gran parte tener il luogo del loro flogiſto, e non avrebbero addottato queſto termine nuovo, che non corriſponde ad alcuna idea preciſa, nè di eſſo formata ſi ſarebbono la baſe di tutte le ſpiegazioni de' fenomeni chimici,nè preſentato ce l'avrebbero per un eſſere identico e ſempre l'iſteſſo, eſſendo egli compoſto d'aria fiſſa, e di fuoco, ora in iſtato fiſſo, ed ora in quello della volatilità la più grande. E fra queſti quelli che hanno riſguardato il flogiſto come il prodotto del fuoco elementare, o della luce, meno ſcoſtati ſi ſono dalla verità, perchè il fuoco o la luce col ſoccorſo dell'aria producono gli effetti tutti del flogiſto.

I minerali, i quali, come gli zolfi, e le piriti, contengono nella loro ſoſtanza una maggiore, o minor quantità de' detrimenti ulteriori degli animali, e de' vegetabili, racchiudono delle parti combuſtibili, le quali, come tutte l'altre, poſſeggono più o meno d'aria fiſſa; ma ſempre in molta minor quantità che le ſoſtanze puramente animali, o vegetabili: e queſt'aria fiſſa ſi può loro toglier egualmente per la combuſtione; e puoſſi altresì eſtricarla pel mezzo dell'effervefcenza; e dalle materie animali, e vegetabili

essa parimente si svincola per la semplice fermentazione, la quale, come la combustione, non s'ottiene senza il soccorso dell'aria. Ciò va sì perfettamente d'accordo coll'esperienza, che non credo di dover insistere sulla prova de' fatti; ma m'accontenterò d'osservare che gli zolfi, e le piriti non sono i soli minerali, i quali debbansi risguardare, come combustibili; perciocchè ve ne sono molti altri, che quì non istimo d'annoverare, bastando dire che il grado della loro combustibilità ordinariamente dipende dalla quantità di zolfo, che contengono. Tutti adunque i minerali combustibili traggono questa proprietà o dalla mescolanza di parti animali, e vegetabili con loro incorporate, o dalle particelle di luce, di calore, e d'aria, che pel decorso del tempo sonosi fissate nel loro interno. Niente, secondo me, havvi di combustibile di quello infuori, ch'è stato formato da un calor dolce, cioè, da quei medesimi elementi combinati in tutte le sostanze, che il Sole rischiara, e vivifica [5], o in quelle, che

[5] Eccovi una osservazione, la quale sembra dimostrare che la luce ha maggior affinità colle sostanze combustibili, che con tutte l'altre materie. Noi sappiamo che la potenza rifrattiva de' corpi diafani è proporzionale alla loro densezza; il vetro più denso dell' acqua ha proporzionatamente una maggior forza refringen-

l'interno calor della terra fomenta, e riunisce.

Egli è questo calore interiore del globo terrestre, che considerar debbesi, come il vero fuoco elementale, e distinguerlo da quello del Sole, che a noi non giugne, se non colla luce; laddove l'altro, abbenchè

te, ed a misura che aumentasi la densità del vetro, e dell'acqua, accrescesi altresì la loro forza di rifrazione, e questa proporzione osservasi in tutte le materie trasparenti che sono nel tempo stesso incombustibili. Le materie infiammabili però, come lo spirito di vino, gli olj diafani, l'ambra, ec. hanno una forza refringente più grande delle altre, di maniera tale, che l'attrazione che queste materie esercitano sulla luce derivante dalla loro massa, o densità, viene considerevolmente accresciuta dall'affinità particolare ch'esse hanno colla luce. Se ciò non fosse, la loro forza refringente sarebbe, siccome quella di tutte l'altre materie, proporzionale alla densità loro; ma le materie infiammabili attraggono con maggior forza la luce, ed è per questa sola ragione ch'esse hanno maggior forza refringente dell'altre. Il diamante non fa eccezione a questa legge, dovendosi anch'esso annoverare fra le materie combustibili, poichè abbruciasi allo specchio ustorio; e la sua affinità colla luce è eguale a quella delle materie infiammabili, perciocchè la sua forza refringente è maggiore di quello ch'essere dovrebbe a proporzione della sua densezza. Esso ha nel tempo istesso la proprietà d'imbeversi della luce, e di conservarla per lungo tempo, proprietà alla quale devonsi in parte attribuire i fenomeni della sua rifrazione.

più confiderevole, ordinariamente non è che fotto la forma d'un calor ofcuro; e folamente in alcune circoftanze, come in quelle dell' elettricità, diventa luminofo. Noi abbiam già detto che la fomma di quefto calore, prefa nell' anno intero, e per un gran numero d'anni confecutivi, è trecento o quattrocento volte più grande della fomma del calore, che a noi viene dal Sole nello fteffo fpazio di tempo; e quefta è una verità, che quantunque fembrar poffa fingolare, tuttavia non è meno evidentemente dimoftrata [6]. Siccome ne abbiamo parlato diffufamente, ci bafterà di quì riflettere che quefto calore coftante, e fempre fuffiftente, entra, come elemento, in tutte le combinazioni degli altri elementi, e ch' è più che baftevole per produrre full' aria i medefimi effetti, che il fuoco attuale, o il calor animale; e confeguentemente che quefto calore interior della terra diftruggerà l'elafticità dell' aria, e la fifferà ogni volta che divifa effendo in parti piccoliffime, troveraffi nel feno della terra occupata da quefto calore; e fotto quefta nuova forma entrerà come parte fiffa in un gran numero di foftanze, le quali conterranno dappoi

[6] Veggafi la Memoria del Sig. de Mairan, in quelle dell' Accademia Reale delle Scienze, *anno* 1765., *pag.* 143.

delle particelle d'aria fiſſa, e di calore fiſſo, che ſono i primi principj della combuſtibilità. Ma nelle differenti ſoſtanze queſti ſi troveranno in più o men grande quantità, giuſta il grado d'affinità che avranno con quelle, e queſto grado dipenderà aſſai dalla quantità, che queſte ſoſtanze conterranno, di parti animali e vegetabili, le quali ſembrano eſſere la baſe d'ogni materia combuſtibile; e quando queſte ſianvi abbondantemente ſparſe, o debolmente incorporate, noi potremo a noſtra voglia ſtaccarle da ſiffatte ſoſtanze per mezzo della combuſtione. Quaſi tutt'i minerali metallici, ed anche i metalli contengono un'aſſai gran quantità di parti combuſtibili; lo zinco, l'antimonio, il ferro, il rame, ec. abbruciano, e producono una fiamma evidente, e viviſſima, fintantochè dura la combuſtione delle parti infiammabili, che contengono. Ma ſe poi ſi continua il fuoco, la combuſtione finiſce, comincia la calcinazione, nel tempo della quale rientrano in queſte materie delle nuove parti d'aria e di calore, che vi ſi fiſſano, e che ſvincolarſi non poſſono, ſe non col preſentare loro qualche materia combuſtibile, colla quale cotali parti d'aria e di calore fiſſe abbiano più d'affinità che con quelle del minerale; alle quali in effetto non ſono unite, che per forza, cioè per lo sforzo della calcinazione. Parmi che

la converſione delle ſoſtanze metalliche in calce, e la loro riduzione potranno ora eſſere chiariſſimamente inteſe, ſenza biſogno di ricorrere a principj ſecondarj, o ad ipoteſi arbitrarie per iſpiegarle. La riduzione, come ho già detto, non è realmente, che una ſeconda combuſtione, colla quale ſi sbrigano le particelle d'aria e di calore fiſſe, che la calcinazione avea fatte entrar per forza nel metallo, ed unire alla ſua ſoſtanza fiſſa, a cui nel medeſimo tempo rendonſi le parti volatili, e combuſtibili, che la prima azione del fuoco rapite gli aveva.

Dopo aver eſpoſto la gran parte che l'aria fiſſa tiene nelle operazioni più ſegrete della Natura, conſideriamola alcun poco, allorquando ſotto forma elaſtica riſiede nei corpi, nel qual caſo i ſuoi effetti ſono non meno variabili che 'l grado della ſua elaſticità; e la ſua azione, benchè ſempre l'iſteſſa par che ci ſomminiſtri prodotti varj nelle varie ſoſtanze. Per ridurre la conſiderazione ſotto un punto di viſta generale, noi la paragoneremo coll' acqua, e colla terra, come già l'abbiamo paragonata col fuoco; e i riſultati di queſto paragone tra i quattro elementi applicherannoſi in ſeguito facilmente a tutte le ſoſtanze di qualunque natura poſſan eſſere, poichè tutte non ſono compoſte che da queſti quattro principj reali.

Il più gran freddo che si conosca, non può distruggere l'elasticità dell'aria, e il menomo calore basta a quest' effetto, massimamente quando questo fluido è diviso in parti piccolissime. Ma è di mestieri osservare che tra il suo stato di fissezza e quello della sua piena elasticità, vi sono tutte le gradazioni degli stati di mezzo, e ch' egli è quasi sempre in alcuno di questi stati di mezzo che ella risiede nella terra e nell' acqua, ed altresì nelle sostanze che da loro sono composte; per esempio, non si potrà dubitare che l'acqua, sostanza in apparenza sì semplice, non contenga una certa quantità d'aria nè fissa, nè elastica, ma tra la fissezza, e l'elasticità, se porrassi mente ai differenti fenomeni ch' essa ci presenta nella sua congelazione, nella sua ebullizione, e nella resistenza ad ogni compressione, ec. Perciocchè la Fisica sperimentale ci dimostra che l'acqua è incompressibile, e che invece di cedere e rientrare in se stessa anche quando sforzata sia dalla pressione, passa a traverso de' vasi più sodi e più grossi. Ora, se l'aria, che dall' acqua contiensi in assai grande quantità, vi dimorasse nello stato di piena elasticità, l'acqua sarebbe compressibile in ragione della quantità d'aria elastica contenuta, e che verrebbe compressa. L'aria dunque contenuta nell' acqua non vi è semplicemente mischiata, nè vi conserva la for-

ma elastica, ma ad essa è intimamente unita in uno stato, in cui la sua elasticità non si esercita più in maniera sensibile, quantunque non sia interamente distrutta; poichè se espongasi l'acqua alla congelazione, vedesi uscir quest' aria dal suo seno, ed alla superficie in bolle elastiche riunirsi; il che solo basterebbe a provare che l'aria non è contenuta dall' acqua nella sua forma ordinaria; perchè essendo specificamente ottocento cinquanta volte più leggiere, sarebbe sforzata uscirne dalla sola necessità della preponderanza dell' acqua. Pare dunque evidente che l'aria non sia contenuta dall' acqua nel suo stato ordinario, cioè di piena elasticità, e nel medesimo tempo egli è dimostrato che questo stato, in cui ella risiede nell' acqua, non è quello della sua più grande fissezza, in cui la sua elasticità assolutamente distrutta, non possa restituirsi se non colla combustione; poichè e il calore, o il freddo possono egualmente ristabilirla. Basta fare scaldare, od agghiacciare dell' acqua, perchè l'aria contenutavi riacquisti la sua molla, e sollevisi alla superficie in gallozzole sensibili, ed eziandio svilluppasi quando sotto il recipiente della macchina pneumatica l'acqua cessi d'esser compressa dal peso dell' atmosfera. Non abita l'aria dunque nell' acqua sotto una forma fissa; ma solamente in uno stato di

mezzo, in cui può agevolmente riprendere la sua elasticità; nè v'è però semplicemente mischiata nell' acqua, poichè non può dimorarvi nella sua forma elastica; e altresì non vi è intimamente unita in forma fissa, potendosi da essa separare più facilmente che da ogni altra materia.

Mi si potrà opporre con ragione, che il freddo e il caldo non hanno operato giammai nella maniera medesima; che, se una di queste cause rende all' aria la sua elasticità, l'altra toglierglìela deve. Io confesso che per l'ordinario il freddo, e il caldo producono effetti differenti; ma nella sostanza particolare che noi consideriamo, queste due cause, comecchè opposte, producono il medesimo effetto; il che facilmente potrà concepirsi, riflettendo alla cosa stessa, ed ai rapporti delle sue circostanze. Noi sappiamo che l'acqua, o gelata o bollente che sia, nel liquefarsi, o nel raffreddirsi riacquista l'aria che avea perduta; e quindi il grado d'affinità dell' aria coll' acqua dipende in gran parte da quello della sua temperatura; e questo grado nel suo stato liquido è pressochè lo stesso che quello del calor generale della superficie della terra. L'aria, colla quale essa ha molto d'affinità, la penetra, tostocchè è divisa in parti tenuissime, e il grado del calore elementare, e generale, basta per indebolire la

molla di queste picciole parti a segno di renderle senza effetto, finchè l'acqua conservi questa temperatura; ma se il freddo la penetra, o a parlar più precisamente, se questo grado di calore necessario a questo stato dell' aria, venga diminuito, allora la non interamente distrutta elasticità si ristabilirà per mezzo del freddo, e si scorgerà sollevarsi le gallozzole elastiche alla superficie dell' acqua, vicina ad agghiacciare. Se al contrario accrescesi per calore esterno il grado della temperatura dell' acqua, le parti integranti dividonsi di troppo, rendonsi volatili, e l'aria, che loro non era, che debolmente avvincolata, sollevasi, e fugge con esse. Imperciocchè non è da dimenticarsi che quantunque l'acqua, presa in massa, sia incompressibile, e niente elastica, essa lo è moltissimo divisa che sia, e ridotta in picciole parti; in che pare essere di una natura contraria a quella dell' aria che non è compressibile, se non in massa, e diventa inelastica se è troppo divisa; nondimeno l'aria e l'acqua hanno tra loro molto più di rapporti, che di proprietà opposte; e siccome io sono persuasissimo che ogni materia sia convertibile, e che i quattro elementi possano trasformarsi, sarei inclinato a credere che l'acqua può cangiarsi in aria, quando sia rarefatta quanto basti per sollevarsi in vapori; perciocchè l'ela-

sticità

sticità del vapore dell' acqua è potente al par di quella dell' aria ed anche più; e il prodigioso effetto di questa potenza vedesi nelle trombe a fuoco, e nella terribile esplosione che produce quando si lasci cadere del metallo fuso su qualche goccia di acqua. Ma se alcuno non volesse accordarmi che l'acqua nello stato di vapore possa trasformarsi in aria, egli non potrà almeno negarmi che non ne abbia allora le proprietà principali.

L'esperienza mi ha ancora insegnato che il vapore dell' acqua può trattenere ed aumentare il fuoco come l'aria ordinaria, la quale, benchè si riguardi da noi come pura, è sempre mescolata con grandissima quantità d'acqua; ma una cosa importante si è da osservarsi, cioè, che la proporzione del miscuglio non è la stessa in questi due elementi; e in generale può dirsi che vi ha molto meno d'aria nell' acqua, che d'acqua nell'aria; soltanto fa d'uopo considerare, che a due differentissime unità potrebbonsi riferire i termini di questa proporzione, le quali due unità sono il volume, e la massa. Se misurasi la quantità d'aria contenuta nell' acqua per lo volume, essa sembrerà nissuna, non venendo da essa punto aumentato il volùme dell' acqua; e medesimamente l'aria più o meno umida non ci sembra cangiar di volume, ciò non ac-

cadendo che quando è più o meno calda. Quindi non è al volume che debbasi riferire questa proporzione; ma bensì alla sola massa, cioè alla quantità reale di materia nell' uno, e nell' altro di questi due elementi devesi paragonare quella del loro miscuglio, e si vedrà che l' aria è molto più *acquosa* di quello, che l' acqua sia *aerea*, forse nella proporzione della massa, cioè ottocento cinquanta volte di più. Checchessia di questa stima, la quale per avventura è o troppo forte, o troppo debole, noi possiamo dedurne che l' acqua devesi più facilmente cangiare in aria, che l' aria trasmutarsi in acqua. Le parti dell' aria, benchè suscettibili d' essere estremamente divise, appajono più grossolane di quelle dell' acqua; poichè queste passano attraverso molti feltri impenetrabili all' aria; poichè quando l' acqua è rarefatta dal calore, il suo volume, quantunque molto accresciuto, è uguale, o appena un po' più grande di quello delle parti dell' aria alla superficie della terra; poichè i vapori dell' acqua non si sollevano nell' aria che ad una certa altezza; e finalmente poichè l' aria sembra imbeversi d' acqua come una spugna, e contenerne una gran quantità, e il contenente è necessariamente più grande del contenuto. Del resto l' aria che sì volentieri s' impregna dell' acqua, sembra dimetterla colla medesima fa-

cilità, quando se le offrano sali, od altre sostanze, colle quali l'acqua ha affinità ancor maggiore che con quella. L'effetto che i Chimici chiamano *deliquio*, e quello delle *efflorescenze*, dimostrano non solamente contenersi nell' aria una grandissima quantità d'acqua; ma ancora che quest' acqua non vi è avvincolata, che per una semplice affinità, che cede facilmente ad una affinità maggiore, e cessa ancora d'operare senza essere combattuta, o bilanciata da alcun altra affinità, ma per la sola rarefazione dell' aria, poich' essa sviluppasi dall' acqua, tostochè, sotto il recipiente della macchina pneumatica, le manchi la pressione del peso dell' atmosfera.

Nell' ordine della conversione degli elementi, l'acqua parmi essere per l'aria quello che l'aria è per lo fuoco, e che tutte le trasformazioni della Natura da queste dipendano. L'aria siccome alimento del fuoco s'assimila, anzi trasformasi in questo primo elemento; e l'acqua, rarefatta dal calore, si trasforma in una specie d'aria atta al par dell' ordinaria ad alimentare il fuoco; e quindi viene assicurato al fuoco un doppio mezzo di sussistenza; perciocchè se molto d'aria egli consuma, può ancora molto produrne colla rarefazione dell' acqua, e compensare così nella massa dell' atmosfera tutta la quantità che ne di-

ſtrugge, mentre egli ſteſſo ulteriormente inſieme all' aria ſi converte in materia fiſſa nelle ſoſtanze terreſtri, che penetra col ſuo calore, o colla ſua luce.

E ſiccome l'acqua per mezzo della rarefazione ſi cangia in aria, o in vapori sì volatili quanto l'aria, così converteſi in ſoſtanza ſoda per mezzo d'una ſpecie di condenſazione differente dalle condenſazioni ordinarie. Tutt' i fluidi ſi rarefanno col calore, e condenſanſi col freddo, e l'acqua ſegue anch' ella queſta legge comune, e ſi condenſa a miſura che raffredda. Riempiaſi d'acqua un tubo di vetro ſin a tre quarti; queſta vedraſſi diſcendere in ragione dell' aumento del freddo, e condenſarſi come ogni altro fluido; ma alquanto prima dell' iſtante della congelazione, ſi vedrà aſcendere ſopra il punto dei tre quarti dell' altezza del tubo, ed eziandio gonfiarviſi conſiderevolmente nel convertirſi in diaccio. Ma ſe il tubo ſarà ben chiuſo, e perfettamente in riposo, l'acqua continuerà ſempre ad abbaſſarſi e non agghiaccerà, quand' anche il freddo foſſe 6, 8, o 10 gradi ſotto del grado del gelo, nè gelerà ſe non aprendo, o ſcuotendo il tubo: par dunque che la congelazione ci offra in maniera inverſa gli ſteſſi fenomeni dell' infiammazione. Per intenſo, e per grande che ſia un calore, trattenuto in un vaſe ben chiuſo, non pro-

durrà l'infiammazione, se non toccando qualche materia infiammata; e parimente un fluido, a qualunque grado venga raffreddato, egli non agghiaccerà se non tocca qualche sostanza di già agghiacciata; il che succede allorquando rimestasi o apresi il tubo; poichè allora le particelle dell'acqua agghiacciate nell'aria esterna, o nell'aria contenuta nel tubo, vanno a ferire, se questo s'apra, o rimestasi, la superficie dell'acqua e le partecipano il loro gelo. Nell'infiammazione l'aria, ad un tratto rarefatta dal calore perde il suo volume, e immantinente si fissa; nella congelazione l'acqua di lancio condensata dal freddo, racquista maggior volume, ed egualmente si fissa. Perciocchè il ghiaccio è una sostanza soda più leggiere dell'acqua, che conserverebbe la sua solidità, se il freddo fosse sempre lo stesso. Io sono inclinato a credere che si verrebbe a capo di fissare il mercurio ad un minor grado di freddo, sublimandolo in vapori in un'aria freddissima, e parimente sono d'opinione, che l'acqua che deve la sua liquidezza al calore, e che la perde s'egli smarrisce; diverrebbe una sostanza tanto più soda, e tanto meno fusibile, quanto provasse più a lungo, e più forte il rigore del freddo; ma su questo soggetto importante non si sono fatte bastanti sperienze.

Ma senza intrattenerci di più sopra que-

ſta conſiderazione, cioè ſenza ammettere, o eſcludere la poſſibilità della converſione del ghiaccio in materia infuſibile, o terra fiſſa e ſoda, inoltriamoci ad inveſtigare i mezzi che la Natura impiega alla traſformazione dell' acqua, fra i quali il più potente e il più evidente è il feltro animale. Il corpo de' teſtacei, nutrendoſi delle particelle d'acqua, ne lavora nel tempo ſteſſo la ſoſtanza a ſegno di ſnaturarla; la conchiglia è certamente una ſoſtanza terreſtre, una vera pietra, da cui tutte le pietre da' Chimici chiamate *calcaree*, e molt' altre materie, traggono la loro origine. Or queſta conchiglia ſembra veramente eſsere parte coſtitutiva dell' animale che copre; poichè perpetuaſi colla generazione, e vedeſi tanto nelle picciole conchiglie che naſcono, quanto in quelle che hanno già acquiſtato tutto il loro accreſcimento. Ma queſta nondimeno è una ſoſtanza terreſtre formata dalla ſecrezione, o traſudamento del corpo dell' animale; poichè noi la vediamo ingrandirſi e farſi ſoda ad anelli, e a ſtrati a miſura che creſce; e ſovente queſta materia pietroſa eccede cinquanta, o ſeſsanta volte la maſsa, o materia reale del corpo dell' animale che la produce. Richiamiſi per un momento alla mente il numero delle ſpecie di queſti animali a conchiglia, o per tutti comprenderli, degli animali a traſudamen-

to pietroso, de' quali forse in mare un maggior numero ritrovasene che non è sulla terra il numero delle specie d'insetti; indi si ponga mente al pronto loro accrescimento, alla moltiplicazione prodigiosa, alla poca durata della lor vita, di cui però noi supporremo il termine medio a dieci anni [7]; si consideri poscia che per formarsi un'idea di tutta la materia pietrosa, prodotta in dieci anni, bisogna moltiplicar per cinquanta, o sessanta il numero pressochè immenso di tutti gl' individui di questo genere; e finalmente si rifletta che questo cumolo già così grosso di materie pietrose, dee esser accresciuto altrettanto di simili cumoli, quante volte v'entra il dieci in tutt'i secoli che sono scorsi dall' incominciamento del Mondo, e ci addimesticheremo con quest' idea, o piuttosto con questa verità a prima giunta strana d'assai, che tutte le nostre colline, tutte le nostre rupi di pietra calcarea, di marmo, di creta, ec. originaria-

[7] La vita più lunga delle chiocciole, o lumaconi terrestri arriva fino alli quattordici anni, onde v'ha luogo a presumere che le grosse conchiglie di mare vivano più a lungo; e che le piccole, e le piccolissime, quali sono quelle, dalle quali deriva il corallo, e tutte le madrepore, vivano assai meno; e per questa ragione, io ho fissato ai dieci anni il termine di mezzo.

mente non provengano che dalle ſpoglie di queſti piccioli animali. Di ciò noi non potremo dubitare in viſta delle materie ſteſſe che tutte contengono ancora delle conchiglie, o de' detrimenti di conchiglie faciliſſimamente riconoſcibili.

Le pietre calcaree non ſono dunque per la più gran parte, che acqua ed aria, contenuta nell' acqua, trasformate per mezzo del feltro animale, e ſiccome i ſali, i bitumi, gli olj, e i graſſi del mare per poco o nulla entrano nella compoſizione della conchiglia, così la pietra calcarea non contiene alcuna di queſte materie, altro eſſa non eſſendo ſe non acqua trasformata, congiunta a qualche picciola porzione di terra vetriſcibile, e ad una grandiſſima copia d'aria fiſſa, che da eſſa ſvilluppaſi colla calcinazione. Queſta operazione produce i medeſimi effetti ſulle conchiglie di mare, che ſulle pietre che ſi traggono dalle cave, perchè elleno convertonſi egualmente in calce, nella quale non ſi oſserva altra differenza di quella infuori d'un po' più, o un po' meno di qualità; poichè la calce fatta con iſquame d'oſtrica, o d'altre conchiglie, è più debole della calce fatta con marmo, o con pietra dura: ma tuttavia il procedere della Natura è lo ſteſſo, medeſimi ſono i riſultati delle ſue operazioni; e le conchiglie, e le pietre perdono egual-

mente, per l'azion del fuoco nella calcinazione, quasi la metà del lor peso. L'acqua che ha ritenuta la sua natura, n'esce la prima, dopo la quale l'aria fissa si sviluppa, ed in seguito l'acqua fissa, di cui sono composte queste sostanze pietrose, riacquista la primiera natura, e sollevasi in vapori spinti e rarefatti dal fuoco, e non restano che le parti più fisse di quest' aria e di quest' acqua forse talmente congiunte tra loro, ed alla picciola quantità di terra fissa della pietra, che il fuoco non può separarle. La massa trovasi diminuita quasi della metà, e si ridurrebbe per avventura a meno, se si cimentasse con fuoco più violento. E ciò che sembra evidentemente provare, questa materia dal fuoco scacciata fuori della pietra, altro non essere che aria ed acqua, si è la rapidità, e l'avidità, con cui questa pietra calcinata riassume l'acqua che se le presenta, e la forza, colla quale l'attrae dall' atmosfera, quando le venga negata. La calce, per la sua estinzione o nell' aria, o nell' acqua, acquista in gran parte la massa perduta nella calcinazione; ed allorachè l'acqua coll' aria che contiene, compensa l'acqua e l'aria, che la pietra precedentemente conteneva, essa riprende la sua prima natura, poichè miscolando la sua calce con detrimenti d'altre pietre, si viene a formare un cemento, che coll' an-

dar del tempo s'indura, e diventa una sostanza soda e pietrosa, come quelle di cui è stata composta.

Dopo ciò io non credo che dubitar si possa della trasformazione dell' acqua in terra, o n pietra coll' intermezzo delle conchiglie. Ecco dunque da una parte tutte le materie calcaree, l'origine delle quali deve riferirsi agli animali, e dell' altra tutte le materie combustibili che non provengono che dalle sostanze animali o vegetabili. Esse occupano insieme uno spazio assai ampio della superficie della terra, e noi dal loro volume immenso possiamo giudicare, quanto la Natura viva abbia travagliato per la Natura morta, giacchè quì il rozzo non è che il morto.

Ma le materie calcaree, e le sostanze combustibili, per quanto grande ne sia il numero, ed immenso ci paja il volume, non formano che una picciolissima porzione del globo della terra, il cui fondo principale, e la cui maggiore, anzi massima quantità consiste in una materia della natura del vetro, materia che devesi riguardare come l'elemento terrestre, ad esclusione di tutte l'altre sostanze, alle quali essa, come terra, serve di base, quando si formano o pel mezzo, o pel detrimento degli animali, de' vegetabili, e per la trasformazione degli altri elementi. Questa materia prima, ch' è

la vera terra elementare, non solo serve di base a tutte l'altre sostanze, e ne constituiske le parti fisse; ma nel tempo stesso è il termine ulteriore, al quale si possono ricondurre, e ridur tutte. Prima d'esporre i mezzi, di cui la Natura, e l'arte possono valersi per questa specie di riduzione di tutte le sostanze in vetro, cioè, in terra elementare, giova di ricercare, se i mezzi da noi indicati siano i soli, per i quali l'acqua possa convertirsi in sostanza soda. Sembrami che, siccome il feltro animale la converte in pietra, così il feltro vegetabile possa, quando vi siano le medesime circostanze, trasformarla; poichè essendo il calore degli animali testacei un po' maggiore di quello de' vegetabili, ed essendo gli organi della vita più potenti di quelli della vegetazione, il vegetabile non potrà produrre che una picciola quantità di pietre, le quali bene spesso ritrovansi nel suo frutto: ma egli può convertire, e realmente converte in sostanza propria una gran qnantità d'aria, ed una anche maggiore quantità d'acqua, e la terra fissa, che s'appropria, e che serve di base a questi due elementi, ella è in quantità così picciola, che noi possiamo assicurarci, senza timore di sbagliare, che non arrivi a costituire la centesima parte della sua massa; e quindi il vegetabile è quasi tutto composto d'aria, e d'acqua trasfor-

F 6

mata in legno, sostanza soda, che in seguito per mezzo della combustione o della putrefazione si riduce in terra. Lo stesso dee dirsi degli animali, i quali non solamente l'aria, e l'acqua fissano, e trasformano, ma ancora una maggior quantità di fuoco che i vegetabili. Parmi adunque, che le funzioni de' corpi organizzati siano uno de' più potenti mezzi, che la Natura impiega per la conversione degli elementi. Ciascun animale o vegetabile può risguardarsi come un picciolo centro particolar di calore, o di fuoco che s'appropria l'aria, e l'acqua, che lo circondano, se le assimila per vegetare, o per nutrirsi, e vivere delle produzioni della terra, le quali non sono esse medesime, se non aria ed acqua precedentemente fissate. Egli nello stesso tempo s'appropria una piccola quantità di terra, e ricevendo le impressioni della luce, e quelle del calor del Sole, e del globo terrestre, muta tutti questi diversi elementi in sostanza propria, li lavora, li combina, li riunisce, li contrappone finchè abbiano sortita la forma necessaria al suo sviluppo, alla conservazione della vita ed all'accrescimento dell' organizzazione, la cui impronta una volta data, modella tutta la materia che ammette, e di rozza che era, la rende organizzata.

L'acqua, che tanto volentieri s'unisce coll' aria, e che con essa entra in tanti corpi or-

ganizzati, s'unisce altresì a preferenza con alcune materie sode, come i sali, e bene spesso col mezzo loro entra nella composizione de' minerali. Il sale a prima vista non sembra essere che una terra solubile nell' acqua e di sapor piccante, ma i Chimici nell' indagare la sua natura, hanno benissimo riconosciuto questa consistere principalmente nella riunione di quei principj che eglino chiamano il *principio terrestre*, e il *principio acquoso*; e l'esperienza dell' acido nitroso, che dopo la combustione non lascia che un poco di terra, e d'acqua, ha loro fatto pensare, che questo sale, e fors' anche tutti gli altri, composti assolutamente non fossero, che di questi due elementi. Tuttavia sembrami che possa facilmente dimostrarsi, che l'aria e il fuoco entrano nella loro composizione; conciossiachè il nitro nella combustione produce una gran quantità d'aria, e quest' aria fissa suppone del fuoco fisso che nel tempo medesimo si sviluppi; e oltracciò tutte le spiegazioni che si danno della soluzione, non possono sostenersi senz'ammettere due forze opposte l'una attrattiva, e l'altra espansiva, e conseguentemente la presenza degli elementi dell' aria, e del fuoco, i quali soli sono dotati di questa seconda forza; e finalmente perchè sarebbe contro ogni analogia, che il sale si trovasse composto di due soli elementi, della

terra, e dell' acqua, mentre che tutte l'altre sostanze sono composte di quattro. Così quanto fu detto su ciò dai Signori Stahl, e Macquer, non devesi prendere strettamente, dimostrandoci le esperienze del Sig. Hales che il vitriuolo, e il salmarino contengono molt' aria fissa, che il nitro ne abbonda di più, e fino ad uguagliare l'ottavo del suo peso, e il sal di tartaro ancora d'avantaggio. Possiamo dunque asserire con fondamento, che l'aria entra come principio nella composizion di tutt' i sali, e siccome fissarsi non può in sostanza veruna, se non col soccorso del calore, o del fuoco, che nel medesimo tempo si fissino, e' devono contarsi nel numero delle loro parti costitutive. Ma questo non toglie che il sale debba essere considerato come una sostanza media tra la terra, e l'acqua: questi due elementi entrano in proporzione differente ne' diversi sali o sostanze saline, la varietà e il numero delle quali è sì grande, che non si possono annoverare, ma che però presentate generalmente sotto le denominazioni d'acidi, e d'alcalini, ci dimostrano in generale esservi più di terra, e meno d'acqua negli ultimi sali, ed all' opposto meno di terra e più d'acqua nei primi.

Nondimeno l'acqua, comecchè intimamente mischiata ne' sali, non vi è fissata, nè unita da una forza sì grande, che basti

a trasformarla in materia soda, siccome accade nella pietra calcarea; ma risiede nel sale o nel suo acido sotto la primiera sua forma; e l'acido il meglio concentrato, e più spogliato d'acqua, che quì risguardar potrebbesi come terra liquida, non deve questa sua liquidità se non alla quantità di aria, e di fuoco che contiene; perciocchè ogni liquidità, ed anche ogni fluidità, suppone la presenza di una certa quantità di fuoco; e quand'anche si attribuisse la fluidità degli acidi a un resto d'acqua non separabile; quando anche potessero tutti ridursi a una forma concreta, non sarebbe perciò men vero, che i loro sapori, come ancora gli odori, ed i colori, abbian tutti per principio egualmente quello della forza espansiva, cioè la luce, e le emanazioni del calore e del fuoco. Imperciocchè questi principj attivi sono quei soli, che possono agire su' nostri sensi, e farvi impressione in maniera differente, e diversificata, secondo i vapori, o le particelle delle differenti sostanze, che ci recano e presentano; e quindi è, che a siffatti principj devesi riferire non solamente la liquidezza degli acidi, ma altresì il loro sapore. Una sperienza che ho avuto occasione di fare parecchie volte, mi ha pienamente convinto che l'alcali è prodotto dal fuoco. La calce fatta nella maniera ordinaria, posta sulla lingua prima

d'esser stata estinta dall' aria, o dall' acqua, ha un sapore che indica già la presenza di una certa quantità d'alcali. Se si continua il fuoco, soffrendo questa calce una più lunga calcinazione, diventa più mordace sulla lingua, e quella, che si cava da' fornelli delle fucine del ferro, nelle quali la calcinazione dura per cinque o sei mesi di seguito, lo è ancora più. Ora, questo sale non era contenuto prima della calcinazione nella pietra, e accresce in vigore e quantità, a misura che il fuoco è applicato alla pietra più violentemente, e più a lungo. Egli è dunque il prodotto immediato del fuoco e dell' aria, che sonosi incorporati nella sua sostanza nel tempo della calcinazione, i quali per questo mezzo sono diventate parti fisse di questa pietra, da cui hanno scacciata la maggior parte delle molecole d'acqua, liquide e sode, che prima conteneva. Questo solo parmi bastare per decidere che il fuoco è il principio della formazione dell' alcali minerale, e per analogia devesi quindi conchiudere, che gli altri alcali devono ugualmente la lor formazione al calor costante dell' animale, e del vegetabile da' quali si estraggono.

Per riguardo agli acidi, la dimostrazione della loro formazione per mezzo del fuoco e dell' aria fissa, quantunque meno immediata, non sembrami tuttavia meno certa:

abbiamo provato che il nitro e il fosforò traggono la loro origine dalle materie vegetabili ed animali, e che il vitriuolo trae la sua dalle piriti, dagli zolfi, e da altre materie combustibili: inoltre sappiamo, che questi acidi o vitriolici, o nitrosi, o fosforici che sieno, contengono sempre una certa quantità d'alcali: onde devesi riferire la loro formazione e il loro sapore al medesimo principio; e riducendo tutti gli acidi ad un solo acido, e tutti gli alcali ad un solo alcali, tutt' i sali debbonsi ricondurre ad un' origine comune, e i loro sapori diversi, e le proprietà particolari e differenti considerar deggionsi come il vario prodotto delle varie quantità di terra, d'acqua, e principalmente d'aria e fuoco fissi, che sono entrate nella loro composizione. Quelli che conterranno maggior copia di questi principj attivi, d'aria, e fuoco, avranno più di potenza, e più di sapore. Io intendo per potenza la forza, da cui sembranci animati i sali per disciogliere le altre sostanze: si sa che la soluzione suppone la fluidità; ch'ella non operasi mai tra due materie secche o sode, e che per conseguente suppone altresì nel dissolvente il principio della fluidità, cioè il fuoco; dunque la potenza del dissolvente sarà tanto maggiore, quanto da una parte conterrà maggior copia di questo principio attivo, e dall' al-

tra, quanto maggiore affinità avranno le sue parti acquose, e terrestri colle parti della medesima specie contenute nelle sostanze da disciogliersi; e siccome i gradi d'affinità dipendono assolutamente dalla figura delle parti integranti de' corpi, debbon eglino, come le figure, variare all' infinito; laonde non dobbiamo rimaner sorpresi della più o men grande, o nissuna azione di certi sali su certe sostanze, nè degli effetti contrarj d'altri sali su altre sostanze; imperciocchè il loro principio è il medesimo, e medesima è la potenza dissolvente, ma essa rimane senz' effetto, allorquando la sostanza che le si presenta, rispinga quella del dissolvente, o non abbia seco grado alcuno d'affinità, e per lo contrario avidamente unirscevisi qualora si trovi avere tanta forza d'affinità, che basti a vincere la forza di coerenza, vale a dire, tutte le volte che i principj attivi contenuti nel dissolvente, sotto forma d'aria o di fuoco, vengono più efficacemente attratti dalla sostanza a dissolversi, che dalla terra e dall' acqua, che contengono. Conciossiachè allora questi principj attivi si separano, si sviluppano, e penetrano la sostanza che dividono e scompongono a segno di renderla, per mezzo di questa divisione, suscettibile d'ubbidire liberamente a tutte le forze attrattive della terra, e dell' acqua contenute nel dissol-

vente, ed unirsi con esse così intimamente da non poter esserne separate che per mezzo d'altre sostanze che abbiano con questo dissolvente medesimo un grado d'affinità ancor maggiore. Newton fu il primo che ha assegnato per causa delle precipitazioni chimiche le affinità; e Stalh, addottando quest' idea, l'ha trasmessa a tutt' i Chimici, la quale par oggidì universalmente ricevuta, come una verità, di cui dubitar non si possa. Ma e Newton, e Stalh sollevati non si sono al segno di vedere che tutte queste affinità in apparenza sì differenti tra loro, realmente non sono che gli effetti particolari della general forza dell' attrazione universale, e per mancanza di questa cognizione la loro teoria non poteva essere nè luminosa, nè completa; perchè eglino costretti erano a supporre tante picciole leggi d'affinità differenti, quanti eranvi differenti fenomeni; quandochè una sola realmente è la legge d'affinità, legge ch' è esattamente la medesima di quella dell' attrazione universale, da cui per conseguenza, come sola ed unica causa, dedurre devesi la spiegazione di tutt' i fenomeni.

I sali concorrono dunque a molte operazioni della Natura colla potenza che hanno di dissolvere le altre sostanze; perciocchè, quantunque volgarmente dicasi che l'acqua dissolve il sale, egli è facile a ca-

pirsi esser ciò un error d' espressione, nato dal chiamarsi comunemente il liquido, il *dissolvente;* e il sodo, i *corpi da dissolversi.* Ma in realtà quando vi ha soluzione, i due corpi sono attivi, ed ugualmente possono chiamarsi *dissolventi;* solchè considerando il sale come dissolvente, il corpo disciolto può essere indifferentemente o liquido, o sodo; e purchè le parti del sale sieno divise abbastanza per toccare immediatamente quelle dell' altre sostanze, opereranno, e produrranno tutti gli effetti della dissoluzione. Da ciò si scorge quanto l'azione propria de' sali, e quella dell' elemento dell' acqua, che li contiene, influir debbano sulla composizione delle materie minerali. La Natura con questo mezzo può produrre tutto quello che le nostre arti producono col mezzo del fuoco. Ella non abbisogna che di tempo, perchè i sali e l'acqua operino sulle sostanze più fitte, e più dure la più completa divisione, e la più grand' attenuazione delle loro parti: la qual cosa rendeli allora suscettibili di tutte le possibili combinazioni, e capaci d'unirsi con tutte le sostanze analoghe, e separarsi da tutte le altre. Ma questo tempo ch' è nulla per la Natura, e che a lei non manca, egli è tra tutte le cose necessarie quella, che più manca a noi. Solo per mancanza di tempo noi non possiam imitare i suoi pro-

cedimenti, e feguirne le tracce: la più grande adunque delle noftr' arti farebbe quella d'accorciar il tempo, cioè di fare in un dì ciò ch' ella fa in un fecolo; e per vana che fembri quefta pretenfione, non bifogna trafandarla; perchè quantunque noi veramente non abbiamo nè le gran forze, nè il tempo ancor più grande che ha la Natura, abbiamo però fuperiormente a lei la libertà d'impiegarle a noftro piacere, e la noftra volontà è una forza, che diretta con fenno comanda a tutte le altre. Di fatti non fiam venuti a capo di crear per noftro ufo l'elemento del fuoco, che la Natura ci aveva nafcofto? Non l'abbiam cavato da' raggi, dei quali ella forniti non ci aveva che per illuminarci? Non abbiam con quefto medefimo elemento trovata la maniera d'abbreviar il tempo, dividendo i corpi per mezzo d'una fufione tanto pronta, quanto lenta con altri mezzi ftata ne farebbe la lor divifione? ec.

Ma quefto non deve farci perder di veduta che la Natura non poffa fare, e veramente non faccia, per mezzo dell' acqua, tutto quello che noi facciamo col fuoco. Per chiarircene evidentemente bifogna confiderare che la fcompofizione di qualfivoglia foftanza, non potendo ottenerfi che per la divifione, quanto più farà grande quefta divifione, tanto più completa farà la de-

composizione; e benchè il fuoco sembri dividere, quanto è possibile, le materie che fonde; tuttavia si può dubitare, se quelle che l'acqua, e gli acidi tengono in dissoluzione, non siano ancor più divise; e i vapori, che solleva il calore, non contengono eglino materie ancora più attenuate? Fassi dunque nel seno della terra per mezzo del calore che racchiude, e dell'acqua, che vi s'insinua, un'infinità di sublimazioni, di distillazioni, di cristallizzazioni, di aggregazioni, e scomposizioni d'ogni specie. Tutte le sostanze possono col tempo essere composte, e scomposte con questo mezzo, e l'acqua può dividerle ed attenuarne le parti tanto, ed anche più, che il fuoco che le fonde; e queste parti a tal segno attenuate, e divise s'avvicineranno, si riuniranno nella stessa maniera che le parti del metallo fuso si riuniscono nel raffreddarsi, ec. Per maggior chiarezza fermiamci alquanto a considerare la cristallizzazione. Quest'effetto, di cui i sali ci hanno data l'idea, non si opera mai, se non quando una sostanza essendo strigata da ogni altra, trovasi divisissima, e sostenuta da un fluido, che non avendo con essa che poco o nulla d'affinità, le concede di riunirsi, e di formare, in virtù della sua forza d'attrazione, masse d'una figura a un di presso simile a quella delle sue parti primitive. Questa

operazione, la quale suppone tutte le circostanze poc'anzi annunziate, può farsi coll' intermezzo del fuoco egualmente bene, che con quello dell' acqua; soventissimamente s'ottiene pel concorso di tutti due, poichè tutto ciò non suppone, o non esige che una divisione sufficientemente grande della materia, acciocchè le sue parti primitive possano, per così dire, sceglierfi, e formare, riunendosi, corpi figurati come esse. Ora il fuoco può ridurre molte sostanze a questo stato ugualmente bene, ed anche meglio d'ogni altro dissolvente, come l'osservazione lo dimostra ne' regoli, negli amianti, ne' *bassalti*, ed in altre produzioni del fuoco, le di cui figure sono regolari, e tutte risguardar debbonsi come vere cristallizzazioni.

Ma questo grado di division grande, necessario alla cristallizzazione, non è ancora quello della maggior division possibile, nè reale; poichè in questo stato le piccole parti della materia sono ancora sufficientemente grosse per costituire una massa, la quale, siccome tutte l'altre masse, non ubbidisce che alla sola forza attrattiva, i cui volumi non toccandosi che per punti, non possono acquistare la forza ripulsiva, la quale da una divisione molto maggiore otterrebbesi per un contatto più immediato; e ciò accade nelle effervescenze, nelle quali in

un subito dal miscuglio di due liquori freddi vengono prodotti il calore, e la luce. In tal caso il grado di divisione della materia è superiore d'assai al grado necessario per la cristallizzazione, e l'operazione si fa tanto rapidamente, quanto l'altra s'eseguisce lentamente.

La luce, il calore, il fuoco, l'aria, l'acqua, i sali sono i gradi, per li quali noi siamo discesi dall'alto della scala della Natura alla sua base ch'è la terra fissa. Questi sono altresì i soli principj da ammettersi e combinarsi per la spiegazione di tutt'i fenomeni. Questi principj sono reali, indipendenti da ogni ipotesi, da ogni metodo, la conversione e la trasformazione loro è parimente reale, perchè è dimostrata dall'esperienza. Lo stesso accade dell'elemento della terra, il quale può convertirsi volatilizzandosi, e prendere la forma degli altri elementi, come questi la sua, fissandosi. Ma siccome le parti primitive del fuoco, dell'aria, o dell'acqua non formeranno sole giammai de' corpi o delle masse, che risguardare si possano come fuoco, aria, o acqua pura; così mi sembra inutile il cercare fralle materie terrestri una sostanza di terra pura: la fissezza, l'omogeneità, il diafano splendore del diamante han abbagliato gli occhj de' nostri Chimici, allorquando spacciarono questa pietra per la terra

ra elementare e pura; con altrettanto debole fondamento potrebbesi dire ch'è l'acqua pura, le cui parti tutte sonosi fissate per comporre una sostanza soda, e diafana com'essa; ma se fossesi riflettuto che l'elemento terrestre non ha più che gli altri elementi il privilegio della semplicità assoluta; che essendo il più fisso di tutti, e perciò il più costantemente passivo, riceve come base tutte le impressioni degli altri, gli attrae, gli ammette nel suo seno, s'unisce, e s'incorpora con esso loro, gli segue, e trasportare si lascia dal loro movimento, e per conseguente non è il più semplice, nè il meno convertibile degli altri, queste idee non si sarebbero avanzate. Non debbonsi considerare se non le grandi masse, allorchè vuolsi definir la Natura; i quattro elementi sono stati benissimo conosciuti da' Filosofi anche più antichi; e il Sole, l'atmosfera, il mare, e la terra sono le grandi masse, sulle quali essi gli stabilirono. Se esistesse un astro di flogisto, un' atmosfera d'alcali, un oceano d'acido, e montagne di diamante, questi allora potrebbonsi risguardare come i generali, e reali principj di tutt'i corpi; ma invece eglino non sono che sostanze particolari, prodotte come le altre tutte, dalla combinazione de' veri elementi.

Nella gran massa di materia soda, che l'elemento della terra ci rappresenta, lo

ſtrato ſuperficiale è la terra meno pura; poichè tutte le materie depoſte dal mare in forma di poſatura, le pietre tutte, prodotte dagli animali a conchiglia, tutte le ſoſtanze compoſte dalla combinazione dei detrimenti del regno animale, e vegetabile; tutte quelle ſtate o alterate dal fuoco dei vulcani, o ſublimate dall'interno calore del globo, ſono ſoſtanze miſte e trasformate; e comechè compongano maſſe grandiſſime, non ci offrono però l'elemento della terra abbaſtanza puro. Le materie vetriſcibili, la maſſa delle quali è mille, e centomille volte più conſiderevole di quella di tutte l'altre ſoſtanze, devono eſſere riſguardate come il vero fondo di queſto elemento; eſſendo eſſe nel medeſimo tempo quelle che vengono compoſte dalla terra più fiſſa, quelle che ſono le più antiche, e però meno alterate, e quelle dal cui fondo comune, tutte l'altre ſoſtanze ricevuta hanno la baſe della loro ſolidità. Imperciocchè ogni materia fiſſa, ſcompoſta quanto può eſſerlo, ſi riduce ulteriormente in vetro colla ſola azione del fuoco, e riacquiſta la prima ſua natura, allorchè da eſſa ſi ſeparino le materie fluide, o volatili che unite vi ſtavano; e queſto vetro, o materia vitrea che compone la maſſa del noſtro globo, tanto meglio rappreſenta l'elemento della terra, quant'eſſo è privo di colore, di odore, ſa-

pore, liquidità, fluidità, qualità tutte che derivano dagli altri elementi, ai quali appartengono.

Se il vetro non è precisamente l'elemento della terra, ne è almeno la sostanza più antica; perchè i metalli sono più recenti e meno nobili; e la maggior parte degli altri minerali si forman sotto i nostri occhj; e la Natura non produce più vetri, se non nelle particolari fucine de' suoi vulcani, mentre che ogni giorno essa forma le altre sostanze per mezzo della combinazione del vetro stesso cogli altri elementi. Se noi formarci vogliamo una giusta idea del procedere della Natura nella formazione del globo, che a noi si dimostra come stato una volta fuso e liquefatto dal fuoco; se in seguito considerare vogliamo che da questo grado di calore immenso, egli è passato successivamente a quello del calor suo attuale; e che nei primi momenti, in cui la sua superficie ha incominciato a prendere qualche consistenza, dovean formarsi dell' inegualità, quali noi le vediamo sulla superficie delle materie fuse, e raffreddate; e che le più alte montagne tutte composte di materie vetriscibili, esistono, e riconoscono per epoca questo momento, il quale è altresì l'epoca della separazione delle grandi masse dell' aria, dell' acqua e della terra; e che in seguito durante il lungo

ſpazio di tempo che ſuppone il raffreddamento, o, ſe vuolſi, la diminuzione del calore del globo al ſegno della temperatura attuale, in queſte medeſime montagne, le quali erano le parti più eſpoſte all' azione delle cauſe eſteriori, ſi è fatta un' infinità di fuſioni, di ſublimazioni, d'aggregazioni, e di trasformazioni d'ogni ſpecie per mezzo del fuoco della terra combinato col calore del Sole, e con tutte quell' altre cauſe che queſto gran calore rendeva più attive che non lo ſono al dì d'oggi; e conſeguentemente che a queſta data riferir deveſi la formazione dei metalli, e dei minerali, che noi troviamo in gran maſſe, ed in vene groſſe, e continuate. Il fuoco violento della terra abbruciata dopo aver ſollevato, e ridotto in vapori quanto era volatile, e diſcacciate dal ſuo interno le materie componenti l'atmosfera e i mari, ha dovuto nel tempo ſteſſo ſublimare tutte le parti meno fiſſe della terra, ſollevarle, e deporle in tutti gli ſpazj vuoti, in tutte le fenditure che andavan formandoſi alla ſuperficie a miſura che raffreddava. Ecco l'origine e la gradazione delle coſte del mare e della formazione delle materie vetrificabili, le quali tutte formano l'oſſatura delle più grandi montagne, e racchiudono nelle fendiure loro tutte le miniere de' metalli, e dell' altre materie che il fuoco ha potute dividere, fondere, e ſublimare.

Dopo questo primo stabilimento ancor sussistente di materie vetrificabili, e di minerali in gran massa, che attribuir non si possono, se non all' azione del fuoco; l'acqua che fin' allora non formava coll' aria che un vasto volume di vapori, cominciò ad acquistare lo stato suo attuale, tostochè la superficie del globo fu raffreddata bastevolmente per non rispingerla, e dissiparla in vapori; essa quindi si riunì, e coperse la più gran parte della superficie terrestre, sulla quale trovandosi per l'azione de' venti, e del calore agitata in un movimento continuo di flusso e di riflusso, cominciò ad agire sull' opere del fuoco, alterò a poco a poco la superficie delle materie vetrificabili, ne trasportò dei pezzi e li depose in forma di sedimento, ed avendo potuto servir di nodrimento agli animali a conchiglia, dalle loro spoglie ammassate produsse le pietre calcaree, e ne formò colline e montagne, le quali in seguito riseccando hanno ricevute nelle loro fenditure tutte le materie minerali che dall' acqua esser potevano disciolte, o trasportate.

Per istabilire una teoria generale sulla formazione de' minerali, fa d'uopo cominciare dal distinguere colla maggior attenzione, 1.° quelli che sono stati prodotti dal fuoco primitivo della terra, allorchè ella era ancor abbruciante di calore, 2.° quelli

che formati furono dai detrimenti de' primi per mezzo dell' acqua, e in terzo luogo quelli che patita hanno per una seconda volta l'azione del calor violento, o ne' vulcani, o in altri incendj posteriori al fuoco primitivo. Questi tre oggetti sono distintissimi, e comprendono tutto il regno minerale, sicchè non perdendoli di vista, e riferendo ad essi qualsisia sostanza minerale, non si correrà rischio d'ingannarsi sulla sua origine, ed anche sui gradi della sua formazione. Tutte le miniere, che nelle nostre alte montagne ritrovansi in masse, o in grosse vene, debbonsi riferire alla sublimazione del fuoco primitivo: e per l'opposto tutte quelle che trovansi in picciole ramificazioni, in fili, in vegetazioni, sono state formate dal detrimento delle prime, rapito dallo scolo dell' acque. Ciò scorgesi evidentemente, paragonando, per esempio, la materia delle miniere di ferro di Svezia con quella delle nostre miniere di ferro in grana; queste sono l'opera immediata dell' acqua, e noi le veggiamo formarsi sotto i nostri occhj; e non vengono punto attratte dalla calamita, nulla contengono di zolfo, nè ritrovansi, se non disperse nelle terre; le altre sono tutte più o meno sulfuree, tutte capaci d'essere attratte dalla calamita, il che suppone che sofferta abbiano l'azione del fuoco; in oltre sono disposte in gran

masse dure, e sode, e la sostanza loro è frammischiata d'una quantità grande di asbeste, ch'è un altro indizio dell'azione del fuoco. Lo stesso è degli altri metalli; il lor antico fondo viene dal fuoco, e tutte le loro gran masse sono state riunite dalla sua azione; ma tutte però le loro cristallizzazioni, vegetazioni, granulazioni, ec. debbonsi a cause secondarie, nelle quali l'acqua ha la più gran parte. Io quì limito le mie riflessioni sulla conversione degli elementi, per non anticipare quelle che da ciascuna sostanza minerale in particolare esigonsi, le quali saranno meglio collocate nell' articolo della Storia Naturale de' minerali.

RIFLESSIONI

Sulla legge dell' Attrazione.

IL movimento de' pianeti nelle lor orbite è un movimento composto di due forze: la prima è una forza di projezione, il cui effetto si eserciterebbe nella tangente dell' orbita, se l'effetto continuo della seconda cessasse un istante; questa seconda forza tende verso il Sole, e pel suo effetto precipiterebbe i pianeti verso il Sole medesimo, se la prima forza dal suo canto cessasse un solo istante.

La prima di queste forze può considerarsi

come un' impulsione, il cui effetto uniforme, e costante è stato comunicato ai pianeti fino dalla formazione del sistema planetario; e la seconda può considerarsi come un' attrazione verso il Sole, e misurar devesi come tutte le qualità che partono da un centro, per la ragione inversa del quadrato della distanza, siccome in effetto misuransi le quantità di luce, di odore ec., e tutte l'altre quantità, o qualità che si propagano in linea retta, e si riportano ad un centro. Ora egli è certo che l'attrazione si propaga in linea retta, poichè nulla v'è più retto di un piombino, il quale perpendicolarmente cadendo sulla superficie della terra, tende direttamente al centro della forza, e s'allontana pochissimo dalla direzione del raggio al centro. Puossi dunque conchiudere che la legge dell'attrazione debb' essere la ragione inversa del quadrato della distanza, unicamente perchè essa parte da un centro, oppure vi tende, ciò che torna il medesimo.

Ma siccome questo ragionamento preliminare, quantunque io lo reputi ben fondato, poteva essere contraddetto da coloro che fanno poco caso delle analogie, e non si voglion arrendere, se non a dimostrazioni matematiche; Newton perciò ha creduto che molto meglio satebbe stato lo stabilire la legge dell' attrazione per gli stessi feno-

meni che per altra via, ed in effetto ha geometricamente dimoſtrato, che ſe parecchj corpi ſi muovono in circoli concentrici, e che i quadrati dei tempi delle loro rivoluzioni ſieno come i cubi delle loro diſtanze al loro comun centro, le forze centripete di queſti corpi ſono reciprocamente come i quadrati delle diſtanze; che ſe i corpi ſi muovono in orbite poco differenti dal circolo, queſte forze ſono pure reciprocamente come i quadrati delle diſtanze, purchè gli apſidi di queſte orbite ſieno immobili. Così le forze, colle quali i pianeti tendono ai centri, o ai fochi delle lor orbite, ſeguono realmente la legge del quadrato della diſtanza; ed eſſendo generale ed univerſale la gravitazione, la ſua legge è coſtantemente quella della ragione inverſa del quadrato della diſtanza; ed io non credo che alcuno dubiti della legge di Keplero, e che negar poſſa che quella ſia la ſteſſa per Mercurio, per Venere, per la Terra, per Marte, per Giove, e per Saturno, ſoprattutto conſiderandoli ſeparatamente, e come impotenti a diſturbarſi l'un l'altro, e non riflettendo che al loro movimento intorno al Sole.

Ogni qualvolta dunque non ſi conſidererà che un pianeta, o ſatellite moventeſi nella ſua orbita attorno al Sole, o ad un altro pianeta, o che non ſi avranno che due corpi

amendue in moto, o l'uno de' quali sia in riposo, l'altro in movimento, si potrà esser sicuro che la legge dell'attrazione segua esattamente la ragione inversa del quadrato della distanza; poichè per tutte le osservazioni la legge di Keplero trovasi vera, tanto rispetto ai pianeti principali, quanto rispetto ai satelliti di Giove, e di Saturno. Nondimeno potrebbesi quì fare un' obbiezione presa dai movimenti della Luna, che sono tanto irregolari, che il Sig. Halley la chiama *Sidus contumax;* e principalmente dal movimento de' suoi apsidi che non sono già immobili, come il richiede la supposizione geometrica, sulla quale è fondato il risultato che si è trovato, della ragione inversa del quadrato della distanza per misura della forza d'attrazione nei pianeti.

A ciò in più maniere si può rispondere; primieramente potrebbesi dire, che osservandosi generalmente con esattezza la legge in tutti gli altri pianeti, un solo fenomeno, in cui la medesima esattezza non si ritrovi, distrugger non deve questa legge, e piuttosto bisogna risguardarlo come un' eccezione, di cui è d'uopo d'investigarne la ragione particolare. Secondamente si potrebbe rispondere come fece il Sig. Cotes, che quand' anche si accordasse che la legge d'attrazione in questo caso non è esattamente in ragione inversa del quadrato della

distanza, e che questa ragione è alquanto più grande, tal differenza può valutarsi col calcolo, e troverassi ch'è quasi insensibile, poichè la ragione della forza centripeta della Luna, che fra tutte è quella, che deve essere la più disturbata, s'accosta sessanta volte più appresso alla ragione del quadrato, che alla ragione del cubo della distanza: *Responderi potest etiamsi concedamus hunc motum tardissimum exinde profectum quod vis centripetæ proportio aberret aliquantulum a duplicata, aberrationem illam per computum mathematicum inveniri posse, & planè insensibilem esse; ista enim ratio vis centripetæ Lunaris quæ omnium maximè turbari debet, paululum quidem duplicatam superabit; ad hanc vero sexaginta ferè vicibus propius accedet quam ad triplicatam. Sed verior erit responsio, &c.* Editoris præf. in edit. 2.am Newton. *Auctore Roger Cotes.*

In terzo luogo risponderemo più positivamente che questo moto degli apsidi non deriva dall'essere la legge dell'attrazione alquanto più grande della ragione inversa del quadrato della distanza, ma da ciò, che in effetto opera il Sole sulla Luna con una forza d'attrazione che deve disturbare il suo movimento, e produrre quello degli apsidi, e che per conseguenza questa sola può ben essere la cagione che toglie che la Luna segua esattamente la regola di Ke-

plero. Newton a ciò riflettendo ha calcolati gli effetti di questa forza perturbatrice, e dalla sua teoria cavò le equazioni, e gli altri movimenti della Luna, con una tal precisione ch' eglino corrispondono esattissimamente, trattone il divario di alcuni secondi, alle osservazioni fatte dai migliori Astronomi; ma venendo al movimento degli apsidi, egli dimostra nella XLV. proposizione del primo libro, che la progressione dell' apogeo della Luna viene dall' azione del Sole, talchè fin quì tutto s' accorda, e la sua teoria ritrovasi vera, e esatta tanto ne' casi più complicati, quanto in quelli che meno lo sono.

Ciò non pertanto uno de' nostri gran Geometri ha preteso [8] che l' assoluta quantità del movimento dell' apogeo, non si poteva cavare dalla teoria della gravitazione, tal quale Newton l' ha stabilita, perchè facendo uso delle leggi di tal teoria, trovasi che questo movimento non dovrebbesi terminare che in diciott' anni, mentre che si termina in nove. Malgrado l'autorità di quest' abile Matematico, e le ragioni ch' egli hà recate per sostenere la sua opinione, io sono sempre stato persuaso, come anco il sono al presente, che la teoria di Newton s' ac-

[8] Il Sig. Clairaut. Vegganfi le Memorie dell' Accademia delle Scienze, *dell' anno* 1745.

corda colle osservazioni, nè intraprenderò quì di far l'esame necessario per provare ch' egli non è caduto nell' errore che gli si addossa, trovando più spediente d'ammetter la legge dell' attrazione tal qual è, e di dimostrare che la legge che il Sig Clairaut ha voluto sostituire a quella di Newton, non è che una supposizione che implica contraddizione.

Imperciocchè ammettendo per un istante ciò che pretende il Sig. Clairaut d'aver dimostrato che posta la teoria dell' attrazion mutua, il moto degli apsidi dovrebbe farsi in diciott' anni, invece di farsi in nove, e sovvenendoci nel tempo stesso che, eccettuato questo fenomeno, tutti gli altri comunque complicati sieno, s' accordano in questa teoria esattissimamente colle osservazioni; a giudicarne a prima vista per le probabilità, questa teoria deve sussistere; poichè evvi un numero considerevolissimo di cose, ov' ella s' accorda perfettamente colla Natura; e poichè non evvi che un sol caso, in cui se ne scosta, ed è facilissimo l'ingannarsi nell' enumerazione delle cause di un solo fenomeno particolare. Mi pare dunque che la prima idea che a noi s' affacci, sia quella d'investigare la ragion particolare di questo singolare fenomeno, e sembrami che qualcuna immaginar se ne potrebbe: per esempio, se la forza magne-

tica della terra potesse, come già disse Newton, entrar nel calcolo, troverebbesi forse ch' ella influisce sul movimento della Luna, e che produr potrebbe questa accelerazione nel movimento dell' apogeo, nel qual caso dovrebbonsi adoperar due termini ad esprimere la misura delle forze producenti il moto della Luna. Il primo termine dell' espressione sarebbe sempre quello della legge dell' attrazione universale, cioè la ragione inversa, ed esatta del quadrato della distanza, e il secondo termine rappresenterebbe la misura della forza magnetica.

Questa supposizione è senza dubbio meglio fondata di quella del Sig. Clairaut, la quale sembrami molto più ipotetica, e soggetta inoltre a difficoltà invincibili: esprimere la legge d' attrazione con due o più termini, aggiugnere alla ragione inversa del quadrato della distanza una frazione del quadrato-quadrato, in luogo di $\frac{1}{xx}$ mettere $\frac{1}{xx} + \frac{1}{mx^4}$ non è che accomodare un' espressione per tal modo che corrisponda a tutt' i casi; e questa espressione non rappresenta più una legge fisica; imperciocchè facendosi lecito per una volta di mettere un

fecondo, un terzo, un quarto termine, ec. potrebbefi trovare un' efpreffione che in tutte le leggi dell' attrazione rapprefentaffe il cafo, di cui fi tratta, adattandolo nel tempo fteffo ai movimenti dell' apogeo della Luna e agli altri fenomeni, e per confeguenza quefta fuppofizione, fe foffe ammeffa, non folamente annienterebbe la legge dell' attrazione in ragion inverfa del quadrato della diftanza, ma aprirebbe l' adito ancora a tutte le leggi poffibili ed immaginabili. Una legge in Fifica, non è legge, fe non perchè la fua mifura è fempliсе, e perchè la fcala che la rapprefenta, non folo è fempre la fteffa, ma altresì unica, e ch' ella non può effere da un' altra fcala rapprefentata; ora tutte le volte che la fcala d' una legge non fia rapprefentata da un folo termine, quefta femplicità ed unità di fcala, che forma l' effenza della legge, più non fuffifte, e per confeguente non evvi più veruna legge fifica.

Siccome queft' ultimo ragionamento potrebbe parere non appartenere che alla Metafifica, e che da pochi fi eftima, io vo' ingegnarmi di dichiararlo con ulteriore fpiegazione. Dico dunque che ogni volta che fi vorrà ftabilire una legge full' aumento, o fulla diminuzione di una qualità, o quantità fifica, devefi ufare d' un fol termine per efprimere quefta legge; il qual termine è

la rappresentazione della misura che deve variare, siccome in effetto varia la quantità da misurarsi; di maniera che se la quantità, non essendo prima che d'un pollice, diventa in seguito d'un piede, d'un braccio, d'una pertica, d'una lega, ec. il termine che la esprime diventa successivamente tutte queste cose, o, a meglio dire, le rappresenta nell'ordine medesimo di grandezza; e lo stesso è di tutte le altre ragioni, nelle quali una quantità può variare.

In qualunque maniera dunque noi possiamo supporre che una qualità fisica possa variare, siccome questa qualità è una, la sua variazione sarà semplice e sempre esprimibile da un sol termine, che ne sarà la misura; e quando se ne vogliano impiegar due, distruggerassi l'unità della qualità fisica, perchè questi due termini rappresenteranno due variazioni differenti nella stessa qualità, cioè due qualità in luogo di una: poichè in effetto due termini sono due misure, tutte due variabili, ed inegualmente variabili; e quindi elleno non possono essere applicate ad un soggetto semplice, o ad una sola qualità; e se si ammettano due termini per rappresentare l'effetto della forza centrale di un astro, bisogna confessare che in luogo d'una forza ve ne sono due, una delle quali sarà relativa al primo, l'altra al secondo termine; donde

evidentemente si scorge, che bisogna che il Sig. Clairaut nel caso presente ammetta necessariamente un' altra forza diversa dall' attrazione, se impiega due termini per rappresentare l'effetto totale della forza centrale di un pianeta.

Io non so come immaginar si possa che una legge fisica, qual' è quella dell' attrazione, possa esprimersi con due termini per rapporto alle distanze, perchè se vi fosse per esempio una massa M, la cui virtù attrattiva fosse espressa con $\frac{aa}{xx} + \frac{b}{x^4}$, non ne risulterebbe l'istesso effetto, che se questa massa fosse composta di due materie differenti, come, per esempio, di $\frac{1}{2} M$, la cui legge d'attrazione fosse espressa con $\frac{2aa}{xx}$ e di $\frac{1}{2} M$, di cui l'attrazione fosse $\frac{2b}{x^4}$? questo mi pare assurdo.

Ma indipendentemente da queste impossibilità implicate dalla supposizione del Sig. Clairaut, la quale distrugge altresì l'unità della legge, su cui è fondata la verità, e la bella semplicità del sistema del Mondo, questa supposizione soffre ben molt' altre difficoltà, che il Sig. Clairaut dovrebbe, a mio parere, avanti d'ammetterla, considerare, incominciando almeno dall' esaminar

prima tutte le cause particolari che potrebbero produrre il medesimo effetto. Io penso che se avessi sciolto, come il Sig. Clairaut, il problema dei tre corpi, e se trovato avessi che la teoria della gravitazione non dà effettivamente che la metà del movimento dell' apogeo, non ne avrei cavata la conclusione, ch' egli ne cava, contro la legge dell' attrazione; così questa conclusione è quella, cui io contraddico, e non credo che alcuno obbligato sarebbe ad abbracciarla, quand' anche il Sig. Clairaut avesse potuto dimostrare l'insufficienza di tutte le altre cause particolari.

Newton dice, *pag.* 547. *Tomo III. In his computationibus attractionem magneticam terræ non consideravi, cujus itaque quantitas perparva est & ignoratur; si quando vero hæc attractio investigari poterit, & mensura graduum in meridiano, ac longitudines pendulorum isochronorum in diversis parallelis, legesque motuum maris & parallaxis Lunæ cum diametris apparentibus Solis & Lunæ ex phænomenis accuratius determinatæ fuerint, licebit calculum hunc omnem accuratius repetere.* Questo passo non prova egli assai chiaramente, che Newton non pretese di aver fatta l'ennmerazione di tutte le cause particolari, e non indica altresì in effetto che il ritrovarsi qualche differenza tra la sua teoria, e le osservazioni, può derivare dalla

forza magnetica della terra, o da qualche altra causa secondaria, e per conseguenza se il moto degli apsidi non accordasi sì esattamente quanto il resto, colla sua teoria, dovrassi perciò distruggerla da' fondamenti, cangiando la legge generale della gravitazione, o piuttosto non dovrassi attribuire ad altre cause questa differenza, la quale non trovasi che in questo solo fenomeno? Il Sig. Clairaut ha proposta contro il sistema di Newton una difficoltà, tale però che non deve, nè può diventar principio, e di cui al più cercar bisogna la risoluzione, e non già farne una teoria, le cui conseguenze tutte non sono appoggiate che sopra un calcolo; imperciocchè, come ho già detto, tutto si può col calcolo rappresentare, ma niente realizzare; e facendosi lecito di mettere uno o più termini in seguito dell'espressione d'una legge fisica, come è quella dell'attrazione, altro non ci si rappresenta che una cosa arbitraria, invece della reale.

Del resto a me basta d'avere stabilite le ragioni che rigettare mi fanno la supposizione del Sig. Clairaut, per le quali io credo, che ben lungi d'abbattere la legge dell'attrazione, e rovesciare l'Astronomia fisica, ella anzi rimanga in tutto il suo vigore ed abbia forze per andare ancor più in là; nè già io pretendo d'aver detto a

un dipresso quanto può dirsi intorno questa materia, alla quale io desidererei che si mettesse senza prevenzione, tutta l'attenzione che abbisogna per ben giudicarne.

AGGIUNTA.

Io mi sono ristretto a dimostrare che la legge dell' attrazione, relativamente alla distanza, non può esprimersi che con un termine, e non con due, o parecchj, e che per conseguenza l'espressione dal Sig. Clairaut sostituita alla legge del quadrato delle distanze, non è che una supposizione che implica contraddizione; e questo è il solo punto, al quale io mi sono attenuto: sembrando però dalla sua risposta ch' egli non m'abbia inteso [9] abbastanza, io vo' studiandomi di render più intelligibili le mie ragioni, traducendole in calcolo, e questa sarà la sola replica ch' io farò alla sua risposta.

La legge dell' attrazione, per rapporto alla distanza, non può esprimersi con due termini.

Prima Dimostrazione.

Supponiamo che $\frac{1}{x^2} \pm \frac{1}{x^4}$ rappresenti l'effetto di questa forza per rapporto alla di-

[9] Vegganſi le Memorie dell' Accademia delle Scienze, *dell' anno* 1745., *pag.* 493, 529, 551, 577, *e* 580.

ſtanza x, o, ciò che torna il medeſimo, ſupponiamo che $\frac{1}{x^2} \pm \frac{1}{x^4}$, il quale rappreſenta la forza acceleratrice ſia eguale ad una quantità data A per una certa diſtanza; riſolvendo queſta equazione, la radice x, o ſarà immaginaria, o applicabile a due valori differenti: dunque l'attrazione ſarebbe la ſteſſa in diſtanze diverſe, ciò ch'è aſſurdo: dunque la legge dell' attrazione, per rapporto alla diſtanza, non può eſſere eſpreſſa con due termini. *Ciò che devea dimoſtrarſi*.

Seconda Dimostrazione.

La ſteſſa eſpreſſione $\frac{1}{x^2} \pm \frac{1}{x^4}$ ſe x divenga grandiſſimo, potrà ridurſi a $\frac{1}{x^2}$, e ſe l'x diviene piccoliſſimo, eſſa ſi ridurrà a $\pm \frac{1}{x^4}$, in maniera che ſe $\frac{1}{x^2} \pm \frac{1}{x^4} = \frac{1}{x^2}$, l'eſponente n deve eſſere compreſo tra 2 e 4, queſto medeſimo eſponente n deve però neceſſariamente racchiudere x, poichè la quantità d'attrazione o in una maniera, o in un' altra deve eſſere miſurata dalla diſtanza; dunque queſt' eſpreſſione prenderà

allora una forma come $\frac{1}{x^2} + \frac{1}{x^4} = \frac{1}{x^{\frac{8}{3}}}$, oppure $= \frac{1}{x+r}$. Una quantità dunque la quale deve essere necessariamente un numero compreso tra 2 e 4 potrebbe nondimanco divenir infinita, ciò ch'è assurdo; dunque l'attrazione non può esprimersi con due termini. *Ciò che dovea dimostrarsi.*

Si scorge che le medesime dimostrazioni sarebbero contrarie a tutte le espressioni possibili composte da più termini; dunque la legge d'attrazione non può essere espressa che con un solo termine.

SECONDA AGGIUNTA.

Io voleva niente aggiugnere a quanto ho detto sulla legge dell'attrazione, nè fare alcuna risposta al nuovo scritto del Sig. Clairaut [10], ma siccome io credo che util cosa sia alle scienze lo stabilire in maniera certa la proposizione da me avanzata, cioè che la legge dell'attrazione, ed anche ogni altra legge fisica, non può mai essere espressa che con un termine, e che una nuova verità di questa sorte prevenire possa un buon numero d'errori, e di false applicazioni nelle

---

[10] Vegganfi le Memorie dell' Accademia delle Scienze, dell' anno 1745., pag. 577. e 578.

ſcienze Fiſico-matematiche, ho cercato parecchj mezzi per dimoſtrarla.

Si ſono vedute, nella mia Memoria, le ragioni metafiſiche, per le quali ho ſtabilito che la miſura d'una qualità fiſica, e generale nella Natura, è ſempre ſemplice; che dunque la legge rappreſentante queſta miſura, non può giammai eſſere compoſta; ch' eſſa realmente non è che l'eſpreſſione dell'effetto ſemplice d'una qualità ſemplice; e che per conſeguenza queſta legge non può eſprimerſi con due termini, poichè una qualità ch' è una, non può mai aver due miſure. In ſeguito, *nell' aggiunta a queſta Memoria*, ho dimoſtrativamente provata queſta medeſima verità colla riduzione all' aſſurdo, e col calcolo; la mia dimoſtrazione è vera; imperciocchè egli è certo in generale, che ſe ſi eſprima la legge dell' attrazione con una fonzione della diſtanza, la quale compoſta ſia di due o più termini, come $\frac{1}{x^m} \pm \frac{1}{x^n} \pm \frac{1}{x^r}$ ec., e queſta fonzione s'ugua-gli ad una quantità coſtante A per una certa diſtanza; egli è certo, dico, che riſolvendo queſta equazione, la radice x avrà in tutt' i caſi de' valori immaginarj, ed anche de' reali, differenti in quaſi tutt'i caſi, e ſolamente in alcuno, come in quello di $\frac{1}{x^2} + \frac{1}{x^4} = A$,

vi avranno due radici reali ed eguali, delle quali l'una sarà positiva, l'altra negativa; quest' eccezione particolare non distrugge dunque la verità della mia dimostrazione, la quale è per una fonzione qualunque; perciocchè se in generale l'espressione della legge d'attrazione è $\frac{1}{xx} + m x^n$, l'esponente n non può essere negativo, e maggiore di 2, poichè allora la gravità diverrebbe infinita nel punto del contatto; l'esponente n è dunque necessariamente positivo, ed il coefficiente m deve essere negativo a promovere l'apogeo della Luna, e per conseguente il caso particolare $\frac{1}{xx} + \frac{1}{x^4}$ non può mai rappresentare la legge della gravità: che se ci è per una volta permesso di esprimere questa legge con una fonzione di due termini, per qual ragione il secondo di essi sarà necessariamente positivo? Havvi, come si vede, molte ragioni, per le quali questo non sia, e nissuna, perchè lo sia.

Fin dal tempo che il Sig. Clairaut propose per la prima volta di cangiare la legge dell'attrazione, e di aggiugnervi un termine, io avea compreso l'assurdità che da questa supposizione risultava, e fatto avea ogni sforzo per farla comprendere agli altri; ma

ma ho trovata dappoi una nuova maniera di dimostrarla, la quale non lascerà, per quanto io spero, verun dubbio su quello importante soggetto: eccovi il mio ragionamento che io ho accorciato quanto mi fu possibile.

Se la legge dell' attrazione, o qualsivoglia altra legge fisica potesse esprimersi da due o più termini, essendo il primo termine, per esempio, $\frac{1}{xx}$, sarebbe necessario che il secondo termine avesse un coefficiente indeterminato, e ch'e' fosse per esempio $\frac{1}{mx^4}$; e medesimamente se questa legge fosse espressa con tre termini, vi sarebbero due coefficienti indeterminati; l'uno al secondo, l'altro al terzo termine ec., e allora questa legge d'attrazione espressa coi due termini $\frac{1}{xx}+\frac{1}{mx^4}$, rinchiuderebbe una quantità m, la quale entrerebbe necessariamente nella misura della forza.

Ora è chiaro che quello coefficiente m, non dipende nè dalla massa, nè dalla distanza, e che nè l'una nè l'altra possono giammai dare il suo valore. Come può dunque supporsi che vi sia in effetto una tale

quantità fisica? Esiste forse nella Natura un coefficiente come un 4, un 5, un 6, ec.; e non è assurdo il supporre che un numero possa realmente esistere, o che un coefficiente essere possa una qualità essenziale alla materia? Per ammettere ciò, bisognerebbe che nella Natura fosservi fenomeni puramente numerici, e del medesimo genere che il coefficiente *m*, senza ch'egli è impossibile di determinarne il valore; poichè una qualsivoglia quantità non puossi misurare che con un' altra quantità del medesimo genere. Acciocchè dunque noi accordiamo al Sig. Clairaut che la legge d'attrazione, o qualunque altra legge fisica possa esprimersi con due o più termini, fa d'uopo ch'egli incominci dal provare che i numeri sono esseri reali, esistenti attualmente nella Natura, o che i coefficienti siano qualità fisiche.

Se poi si desiderasse una dimostrazione più particolare, io credo che se ne possa dar una adattata alla capacità d'ognuno, ed è, che la legge della ragione inversa del quadrato della distanza tanto conviene ad una sfera, quanto a tutte le particelle di materia, dalle quali la sfera è composta. Il globo della terra esercita la sua attrazione nella ragione inversa del quadrato della distanza, e tutte altresì le particelle di materia che questo globo compongono, esercitano la loro attrazione nella ragione medesima, come

Newton ha dimostrato; ma se questa legge dell' attrazione d'una sfera noi la esprimiamo per due termini, la legge dell' attrazione delle particelle che compongono cotale sfera, non sarà la stessa di quella della sfera, e per conseguenza questa legge composta di due termini, non sarà mai generale, o, per meglio dire, non sarà quella della Natura.

Tutte adunque le ragioni metafisiche, matematiche, e fisiche s'accordano a provare che la legge dell' attrazione non può esser espressa se non per un solo termine, e giammai per due, o più termini; il che è la proposizione ch'io ho asserita, e che avea da dimostrare.

INTRODUZIONE
ALLA STORIA
DE' MINERALI.

PARTE ESPERIMENTALE.

DOpo venticinque anni che avea divolgate le mie idee sulla teoria della terra, e sulla natura delle materie minerali, delle quali il globo principalmente è composto, ebbi il piacere di vedere la mia teoria confermata dall' unanime testimonianza de' Naviganti; ed eziandio da nuove osservazioni che ho avuto cura di raccogliere. Durante questo lungo spazio di tempo vennemi pure alla mente qualche nuovo pensiere, di cui ho procurato per mezzo di sperienze di confermarne il valore, e la realtà; alcuni nuovi risultati per queste esperienze ottenuti; alcuni rapporti più o meno lontani, cavati da quei risultati medesimi, alcune conseguenti riflessioni, il tutto legato al mio sistema generale, e diretto per iscopo costante al grand' oggetto della Natura, egli è ciò ch' io credo dovere in oggi presentare a miei Leggitori, a quelli massimamente, che onorato avendomi della

loro approvazione, amano la Storia Naturale, quanto basti per rintracciar meco i mezzi di estenderla, e di spiarla a fondo.

Io incomincerò dalla parte esperimentale del mio lavoro; perchè sui soli risultati delle mie esperienze ho fondati tutt'i miei ragionamenti, e perchè l'idee ancora più congetturali, le quali sembrar potrebbono avventurate di troppo, non lasciano di avervi luogo per mezzo di rapporti, i quali saranno più o meno sensibili agli occhj più o meno riflessivi, ed esercitati, ma non isfugiranno però lo spirito di quelli che sanno valutare la forza delle induzioni, ed apprezzare il valore delle analogie.

E siccome sono scorsi molti anni da quello, in cui ho incominciato a pubblicare la mia opera sulla Storia Naturale, e il numero dei volumi si è accresciuto di molto; io ho creduto che per non rendere il mio libro a soverchio carico del pubblico, tolta mi venisse la libertà di darne una nuova edizione corretta ed aumentata, massime che nel gran numero delle ristampe che di quest'opera si son fatte, non vi ha pur una parola da cambiarsi. E per non rendere in oggi superflue tutte queste edizioni, mi sono risoluto di racchiudere in due o tre volumi di supplemento, le correzioni, aggiunte, dichiarazioni, e spiegazioni che ho giudicate necessarie per intender i

ſoggetti da me trattati. Queſti ſupplementi conterranno molte coſe nuove ed altre già vecchie, alcune delle quali ſono ſtate impreſſe o nelle Memorie dell' Accademia delle Scienze o altrove. Gli ho diviſi in parti relative ai differenti oggetti della Storia della Natura, e ne ho formate molte Memorie, le quali poſſono eſſere lette indipendentemente le une dalle altre, ma che ſolo ho avvicinate ſecondo l'ordine delle materie.

MEMORIA PRIMA.

Eſperienze ſu'l progreſſo del calore nei corpi.

HO fatto fare dieci palle di ferro battuto:

	pollici.
La prima di un mezzo pollice di diametro	$\frac{1}{2}$
La ſeconda di un pollice ———	1.
La terza di un pollice e mezzo ———	$1\frac{1}{2}$
La quarta di due pollici ———	2.
La quinta di due pollici e mezzo ———	$2\frac{1}{2}$
La ſeſta di tre pollici ———	3.
La ſettima di tre pollici e mezzo ———	$3\frac{1}{2}$
L'ottava di quattro pollici ———	4.
La nona di quattro pollici e mezzo ———	$4\frac{1}{2}$
La decima di cinque pollici ———	5.

Questo ferro era della fucina di Chameçon presso a Châtillon sopra la Senna; e siccome tutte le palle si sono fatte del ferro della predetta fucina, il loro peso si è trovato pressochè proporzionale al volume.

La palla d'un mezzo pollice pesava 190 grani, o 2 dramme, 46 grani.

Quella d'un pollice pesava 1522 grani, o 2 once, 5 dramme, 10 grani.

Quella d'un pollice $\frac{1}{2}$ pesava 5136 grani, o 8 once, 7 dramme, 24 grani.

Quella di due pollici pesava 12173 grani, o 1 libbra, 5 once, 1 dramma, 5 grani.

Quella di due pollici $\frac{1}{2}$ pesava 23781 grani, o 2 libbre, 9 once, 2 dramme, 21 grani.

Quella di tre pollici pesava 41085 grani, o 4 libbre, 7 once, 2 dramme, 45 grani.

Quella di tre pollici $\frac{1}{2}$ pesava 65254 grani, o 7 libbre, 1 oncia, 2 dramme, 22 grani.

Quella di quattro pollici 97388 grani, o 10 libbre, 9 once, 44 grani.

Quella di quattro pollici $\frac{1}{2}$ pesava 138179 grani, o 14 libbre, 15 once, 7 dramme, 11 grani.

Quello di cinque pollici pesava 190211 grani, o 20 libbre, 10 once, 1 dramma, 59 grani.

Tutti questi pesi sono stati riscontrati con bonissime bilance, facendo limare a poco a poco, fra le palle, quelle che trovavansi di maggior peso.

Prima di riferire le esperienze, io farò osservare:

1.° Che in tutto il tempo ch'esse si sono fatte, il termometro esposto all'aria libera era alla congelazione, o qualche grado al disotto [1], e che le palle si sono lasciate raffreddare in una cantina, in cui il termometro era a un di presso a dieci gradi sopra la congelazione, cioè al grado della temperatura delle cantine dell'Osservatojo, ed ora io prendo questo grado per quello della temperatura attuale della terra.

2.° Io ho procurato di cogliere due istanti nel raffreddamento delle palle; cioè, il primo quello, in cui le palle cessavano d'abbruciare, cioè il momento, nel quale toccar si potevano, e tenere in mano per un minuto secondo senza scottarsi, il secondo tempo di questo raffreddamento era quello, in cui le medesime raffreddate trovavansi al segno della temperatura attuale, vale a dire, al decimo grado disopra della congelazione. Per conoscere poi il momento di questo raffreddamento eguale all'attuale temperatura serviti ci siamo di altre palle di paragone della medesima materia, e diametro, le quali non erano mai state scaldate, che toccavansi nel tempo istesso che quelle che erano state scaldate. Con questo toccamen-

[1] Divisione di Reaumur.

to immediato, e simultaneo della mano, o delle due mani sopra le due palle, io poteva benissimo giudicare del momento, in cui le dette palle eransi egualmente raffreddate; e questa maniera semplice, oltre d'essere più comoda che il termometro, difficilmente applicabile in questo caso, ella è ancora più precisa, allorchè trattasi di giudicare dell'eguaglianza, e non della proporzione del calore; imperocchè i nostri sensi, a preferenza degl' istromenti, sono giudici migliori di quanto è assolutamente eguale, o perfettamente simile. Del resto più facil cosa è il riconoscere l'istante, in cui le palle cessan d'abbruciare, che non quello, in cui il loro calore equilibra quello della temperatura attuale, perchè è sempre più precisa una sensazione viva, d'una temperata, atteso che la prima ci commove in maniera più forte.

3.° Siccome la maggior o minor levigatezza, o scabrezza influisce molto sul senso del tatto, ed un corpo levigato, più freddo compare se è freddo, e se caldo, sembra più caldo d'un corpo rozzo della medesima materia, abbenchè entrambi il siano egualmente; ho procurato che le palle fredde fossero scabre, e simili a quelle ch'erano state riscaldate, la superficie delle quali era seminata di picciole eminenze prodotte dall' azione del fuoco.

ESPERIENZE.

I.

La palla d'un mezzo pollice è ſtata arroventita in 2 minuti.

Raffreddata a ſegno di poterla tenere in mano in 12 minuti.

Al ſegno della temperatura attuale in 39 minuti.

I I.

Quella di un polliec arroventì in 5 minuti $\frac{1}{2}$.

Raffreddò al ſegno di tenerla in mano in 35 minuti $\frac{1}{2}$.

Al ſegno della temperatura attuale in un' ora, 33 minuti.

I I I.

La palla di un pollice e mezzo arroventì in 9 minuti.

Raffreddò a ſegno di tenerla in mano in 58 minuti.

Al ſegno della temperatura attuale in 2 ore, 25 minuti.

I V.

Quella di due pollici arroventì in 13 minuti.

Raffreddò a ſegno di tenerla in mano in 1 ora, 20 minuti.

A quello della temperatura attuale in 3 ore, 16 minuti.

V.

Quella di due pollici e mezzo arroventì in 16 minuti.

Raffreddò a segno di tenerla in mano in un'ora, 42 minuti.

A quello della temperatura attuale in quattro ore, 30 minuti.

V I.

Quella di tre pollici arroventì in 19 minuti $\frac{1}{2}$.

Raffreddò a segno di tenerla in mano in 2 ore, 7 minuti.

Al segno della temperatura attuale in 5 ore, 8 minuti.

V I I.

Quella di tre pollici e mezzo arroventì in 23 minuti $\frac{1}{2}$.

Raffreddò a segno di tenerla in mano in 2 ore, 36 minuti.

Al segno della temperatura attuale in 5 ore, 56 minuti.

V I I I.

Quella di quattro pollici arroventì in 27 minuti $\frac{1}{2}$.

Raffreddò fin a potere tenerla in mano in 3 ore, 2 min.

Fino alla temperatura attuale in 6 ore, 55 minuti.

I X.

Quella di quattro pollici e mezzo arroventì in 31 minuti.

Raffreddò a segno di tenerla in mano in 3 ore, 25 minuti.

A quello della temperatura attuale in 7 ore, 46 minuti.

X.

Quella di 5 pollici arroventì in 34 minuti.

Raffreddò a segno di tenerla in mano in 3 ore, 52 minuti.

All' eguaglianza della temperatura attuale in 8 ore, 42 minuti.

La differenza più costante che prendere si possa tra ciascuno de' termini esprimenti il tempo del raffreddamento dall' istante, in cui cavansi dal fuoco le palle, fino a quello, in cui esse toccare si possono senza nocumento, trovasi essere di ventiquattro minuti, poichè supponendo ciascun termine accresciuto di ventiquattro, si avrà

12′, 36′, 60′, 84′, 108′, 132′, 156′ 180′, 204′, 228′.

E la serie de' tempi reali di questi raffreddamenti giusta le precedenti esperienze, è

12′, 35′ $\frac{1}{2}$, 58′, 80′, 102′, 127′, 156′, 182′, 205′, 232′.

La quale s'avvicina tanto alla prima, quanto l'esperienza può avvicinarsi al calcolo.

Medesimamente, la differenza più costante che prendere si possa tra ciascuno dei termini del raffreddamento fino alla tem-

peratura attuale, si trova essere di 54 minuti; poichè supponendo ciascun termine aumentato di 54, si verrà ad avere

39', 93', 147', 201', 255', 309', 363', 417', 471', 525'.

E la serie de' tempi reali di questo raffreddamento, giusta le sperienze precedenti, è

39', 93', 145', 196', 248', 308', 356', 415', 466', 522'.

La quale ancora molto accostasi alla prima serie supposta.

Ho fatto per la seconda e terza volta le medesime esperienze, ma ho veduto di non poter contare che sulle prime, poichè mi sono accorto che le palle, ciascuna volta che riscaldavansi, perdevano considerevolmente del loro peso; imperciocchè

La palla di un mezzo pollice dopo essere stata scaldata tre volte aveva perduta all' incirca la diciottesima parte del suo peso.

Quella d'un pollice stata scaldata tre volte aveva perduta la sedicesima parte del suo peso all' incirca.

Quella d'un pollice e mezzo dopo essere stata scaldata tre volte aveva persa la quindicesima parte del suo peso.

Quella di due pollici dopo essere stata scaldata tre

volte avea persa a un di presso la quattordicesima parte del suo peso.

Quella di due pollici e mezzo, ec. mancava della tredicesima, ec.

Quella di tre pollici, ec. mancava a un di presso della tredicesima, ec.

Quella di tre pollici e mezzo, ec. aveva perso un po' più della tredicesima, ec.

Quella di quattro pollici, ec. aveva perduta la dodicesima parte e mezzo, ec.

Quella di quattro pollici e mezzo, ec. aveva perso un po' più della dodicesima e mezzo, ec.

Quella di cinque pollici dopo essere stata anche essa scaldata tre volte aveva perso quasi la dodicesima parte del suo peso; imperciocchè prima che si scaldasse pesava venti libbre, dieci once, una dramma, cinquantanove grani [2].

---

[2] Io non ebbi occasione di fare le stesse sperienze sopra palle di ferro di getto, ma il Sig. de Montbeillard, Luogotenente-Colonello del Reggimento d'Artiglieria, mi ha comunicata la seguente nota, che supplisce perfettamente. Si sono pesate molte palle prima di scaldarle, le quali si sono ritrovate dal peso di ventisette libbre e più, e dopo l'operazione si ritrovarono ridotte a ventiquattro libbre e un quarto, e ventiquattro libbre e mezza. Questo stesso si verificò sopra una quantità di palle, le quali quanto più si sono scaldate, tanto più accrebbero in volume, e scemarono di peso; finalmente sopra quaranta mila palle scaldate, e raschiate a fine di ridurle al calibro dei cannoni,

Si vede che questa perdita di ciascuna delle palle è estremamente considerevole, e pare che vada aumentandosi a misura ch' elleno sono grosse, ciò che, per quanto io presumo, deriva dalla necessità d'applicare il fuoco violento tanto più a lungo, quanto più grandi sono i corpi; generalmente però questa perdita di peso non solamente procede dallo staccamento delle parti della superficie, le quali, ridotte in iscorie, cadono nel fuoco, ma bensì ancora da una specie di diseccamento o d'interior calcinazione che diminuisce il peso delle parti costituenti del ferro, di maniera che il fuoco violento sembra rendere il ferro specificamente più leggiero ogni volta che lo riscalda. Del resto da ulteriori sperienze ho ricavato che questa perdita di peso varia molto secondo la differente qualità del ferro.

Avendo dunque fatte fare sei nuove palle del diametro di un mezzo pollice fino a tre e del medesimo peso delle prime, ho trovato le medesime progressioni tanto per rispetto all' entrata, quanto per riguardo all' uscita del calore, e mi sono assicurato che il ferro, effettivamente si scalda, o si raffredda giusta l'ordine da me esposto poc' anzi.

---

se ne perdettero dieci mille, cioè un quarto: tanto è vero che per tutt' i riguardi questo metodo è cattivo.

Un pafso di Newton [3] ha dato l' occafione a quefte efsperienze.

Globus ferri candentis, digitum unum latus, calorem fuum omnem fpatio horæ unius in aëre confiftens, vix amitteret. Globus autem major calorem diutius confervaret in ratione diametri, propterea quod fuperficies (ad cujus menfuram per contactum aëris an bientis refrigeratur) in illa ratione minor eft pro quantitate materiæ fuæ calidæ inclufæ. Ideoque globus ferri candentis huic terræ æqualis, id eft, pedes plus minus 40000000 latus, diebus totidem & idcirco annis 50000, vix refrigefceret. Sufpicor tamen quod duratio caloris ob caufas latentes augeatur in minori ratione quam ea diametri, & optarim rationem veram per experimenta inveftigari.

Defiderava dunque Newton che alcuno facefse le fopra efpofte efsperienze, ed io mi fono determinato a tentarle non folo perchè ne avevo bifogno io ftefso per alcune mire fimili alle fue, ma ancora perchè ho creduto che quefto grand' uomo potefse ingannarfi nel dire, che la durata del calore per mezzo dell' effetto delle caufe occulte, non doveva aumentarfi che in ragione minore di quella del diametro, efsendomi, all' oppofto dopo qualche rifleifione, fem-

[3] Principj matematic. *Lond.* 1726., pag. 509.

brato, che queste cause occulte non potessero che rendere più grande questa ragione, invece di renderla più piccola.

15. Egli è certo, come dice Newton, che un globo più grande conserverebbe il suo calore più a lungo, che non un piccolo in ragione del diametro, se si supponessero questi globi composti d'una materia perfettamente permeabile al calore, in maniera che l'uscita del calore fosse assolutamente libera, e le particelle ignee non trovassero alcun ostacolo che arrestar le potesse, o cangiare il corso della loro direzione; e in questa sola supposizione matematica la durata del calore sarebbe realmente in ragione del diametro. Ma le cause occulte, di cui parla Newton, delle quali le principali sono gli ostacoli risultanti dalla non assoluta, imperfetta, ed ineguale permeabilità di tutta la materia soda, invece di diminuire il tempo della durata del calore, devono all'opposto aumentarlo. Ciò mi è sembrato sì chiaro anche prima d'aver tentate le mie sperienze che sarei inclinato a credere, che Newton, il quale vedeva chiaro anche in quelle cose stesse, in cui non faceva che supporre, egli non è caduto in questo errore, e che la parola *minori ratione* in luogo di *majori*, altro non sia che un errore della sua mano, o di quella del copiatore, scorso in tutte le edizioni della sua opera.

o almeno in tutte quelle che io ho potuto confrontare: tanto meglio fondata si è la mia conghiettura, quanto par che Newton altrove dica precisamente il contrario di quello che dice quì; come nell' undecima questione del suo trattato di Ottica [4]:
„ i corpi, dice egli, di un gran volume,
„ non conservano eglino più lungo tempo
„ (Nota. *Questa parola PIU' LUNGO*
„ *TEMPO, altro non può quì esprimere,*
„ *se non che in ragione più grande di quel-*
„ *la del diametro*) il calore, a motivo che
„ le loro parti reciprocamente si scaldano?
„ e un corpo vasto, denso, e fisso, stato
„ una volta scaldato oltre un certo grado,
„ non può egli tramandar la luce in tal co-
„ pia, senzachè per l'emissione, e per la rea-
„ zione della sua luce, per le riflessioni, e
„ refrazioni de' suoi raggi di dentro de' suoi
„ pori, non diventi sempre più caldo, fin-
„ chè non giunga ad un tal grado di ca-
„ lore che uguaglj quello del Sole? E il
„ Sole, e le stelle fisse non sono eglino
„ vaste terre violentemente scaldate, il ca-
„ lore delle quali conservasi in grazia del-
„ la grossezza di questi corpi, e per la re-
„ ciproca azione, e reazione tra loro e la
„ luce, che tramandono, non potendo le

[4] Traduzione di Coste.

„ loro parti sollevarsi in fumo, non solo
„ per la fissezza loro, ma altresì pel vasto
„ peso, e per la gran densità delle atmo-
„ sfere, le quali gravitando da ogni parte
„ le comprimono fortissimamente e conden-
„ sano i vapori e le esalazioni che da quei
„ corpi sollevansi?

Da questo passo si scorge che Newton non solamente è della mia opinione circa la durata del calore ch'egli suppone in ragion più grande di quella del diametro, ma altresì ch' egli passa più oltre su questa aumentazione, dicendo che un gran corpo, appunto perchè è grande, può aumentare il suo calore.

Che che ne sia, l'esperienza ha pienamente confermato il mio pensiero. La durata del calore, ossia il tempo impiegato al raffreddamento del ferro, non è in ragione più *piccola*, ma in ragione più *grande* di quella del diametro, e per assicurarsene altro non rimane che confrontare le progressioni seguenti.

DIAMETRI.

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 mezzi pollici.

Tempo del primo raffreddamento, supposto in ragione di diametro.

12′, 24′, 36′, 48′, 60′, 72′, 84′, 96′, 108′, 120′ minuti.

Tempo reale di queſto raffreddamento, trovato colle ſperienze.

12′, 35′ $\frac{1}{2}$, 58′, 80′, 102′, 127′, 156′, 182′, 205′, 232′.

Tempo del ſecondo raffreddamento, ſuppoſto in ragione di diametro.

39′, 78′, 117′, 156′, 195′, 234′, 273′, 312′, 351′, 390′.

Tempo reale di queſto ſecondo raffreddamento, ſecondo l'eſperienze.

39′, 93′, 145′, 196′, 248′, 308′, 356′, 415′, 466′, 522′.

Scòrgeſi, paragonando queſte progreſſioni termine a termine, che in tutt' i caſi la durata del calore, oltre a non eſsere in ragione più piccola di quella del diametro (come ſi rileva in Newton) è anzi in ragione conſiderevolmente maggiore.

Il Dottore Martine, autore di una bella opera ſui termometri, riferiſce queſto paſſo di Newton, e dice ch' egli aveva incominciato a fare alcune ſperienze, le quali aveva ſtabilito di ſpingere più in là; ch' egli crede che l'opinione di Newton ſia conforme alla verità, e che effettivamente i corpi ſimili conſervino il calore nella proporzione dei loro diametri; ma che per riſpetto al dubbio che Newton forma, ſe nei gran corpi queſta proporzio-

ne non sia *minore* di quella de' diametri, egli non lo crede sufficientemente fondato. Il Dottore Martine aveva ragione a questo riguardo, ma nel tempo istesso aveva il torto di credere dopo Newton, che tutt' i corpi simili sì solidi come fluidi, conservino il loro calore in ragione de' loro diametri. Per ciò comprovare, egli riferisce alcune sperienze fatte coll' acqua in vasi di porcellana, dalle quali ricava essere il tempo del raffreddamento dell' acqua quasi proporzionale ai diametri de' vasi che la contengono. Ma noi abbiamo poc' anzi veduto che per questa medesima ragione nei corpi sodi la cosa cammina diversamente; perciocchè l' acqua risguardare devesi come una materia quasi interamente permeabile al calore, poichè è un fluido omogeneo, e poichè niuna delle sue parti può opporsi alla circolazione del calore; quindi quantunque le esperienze del Dott. Martine assegnino a un di presso la ragione del diametro pel raffreddamento dell' acqua, da ciò non hassi a conchiuder veruna cosa per lo raffreddamento de' corpi sodi.

Intanto, se si volesse con Newton cercare quanto tempo abbisognerebbe ad un globo grosso come la terra per raffreddarsi, dopo le precedenti esperienze, troverebbesi che invece dei cinquanta mille anni, tempo da lui assegnato per lo raffreddamento della terra fino alla temperatura attuale, ve ne

abbifognerebbero di già quarantadue mille novecento feffantaquattro anni, e ducento ventun giorni per lo raffreddamento al fegno foltanto, in cui ceffaffe di non più abbruciare, e quattrocento ventifei mille feicento fettant' anni, e cento trentadue giorni per raffreddare alla temperatura attuale.

Imperciocchè effendo la ferie de' diametri de' globi.

1, 2, 3, 4, 5......... *N* mezzi pollici; quella dei tempi del raffreddamento al fegno di poter toccare i globi fenza abbruciarfi, farà 12, 36, 60, 84, 108..... 24 *N* — 12 minuti. Ed effendo il diametro della terra di 2865 leghe di 25 gradi, o di 6537930 pertiche di 6 piedi.

Facendo la lega di 2282 pertiche,
o di.......... 39227580 piedi.
oppure di...... 941461920 mezzi pollici.
Noi abbiamo $N = 941461920$ mezzi pollici.

E $24\ N - 12 = 22595086068$ minuti, cioè quarantadue mille novecento feffantaquattro anni e duecento ventun giorni per lo tempo neceffario al raffreddamento d'un globo groffo come la terra, folamente fino al fegno di poterla toccare fenza abbruciarfi.

E medesimamente la serie de' tempi del raffreddamento fino alla temperatura attuale, sarà

$39', 93', 147', 201', 255' \dots 54N - 15'$.

E siccome N è sempre $= 941461920$ mezzi pollici, noi avremo $54N - 15 = 50838943662$ minuti, cioè novantasei mille seicento settant'anni, e cento trentadue giorni per lo tempo necessario al raffreddamento di un globo grosso come la terra, al segno della temperatura attuale.

Solamente potrebbesi credere che il tempo del raffreddamento della terra dovesse essere ancora considerevolmente accresciuto, perciocchè si suppone che il raffreddamento non si operi se non pel contatto dell'aria, e che siavi una gran differenza tra il tempo del raffreddamento nell'aria, e quello del raffreddamento nel voto: e siccome si deve supporre che la terra, e l'aria si sarebbono raffreddate in egual tempo nel voto, si dirà che bisogna aver riguardo a questo maggior tempo; tuttavia egli è facile di dimostrare che questa differenza è pochissimo considerevole; imperciocchè quantunque la densezza del mezzo, nel quale un corpo raffreddasi, influisca qualche cosa sulla durata del raffreddamento, quest'effetto è ben minore di quel, che si pensi, poichè per raffreddare i corpi

gittati nel mercurio, il quale è undici mille volte più denſo dell' aria, non abbiſogna più che nove volte tanto di tempo, quanto è neceſſario a produrre il medeſimo raffreddamento nell' aria.

La cagione principale del raffreddamento non è dunque il contatto del mezzo ambiente, ma bensì la forza eſpanſiva, che animando le parti del calore, e del fuoco, fuori le ſcaccia da' corpi ove riſiedono, e direttamente le ſpinge dal centro alla circonferenza.

Paragonando nelle ſperienze precedenti, il tempo impiegato a ſcaldare i globi di ferro, con quello che loro è neceſſario per raffreddare, ſi vedrà abbiſognare per arroventirli la ſeſta parte e mezza incirca del tempo neceſſario a raffreddarli al ſegno di tenerli in mano, e la quindiceſima parte e mezza incirca per raffreddarli al grado della temperatura attuale [5]; in

---

[5] *Nota* Il globo d'un pollice, e maſſime quello d'un mezzo pollice riſcaldarono in molto minor tempo, e non ſeguirono queſta proporzione di quindici e mezzo per uno, e ciò pel motivo ch' eſſendo piccoliſſimi, e poſti in un gran fuoco, il calor, per così dire, li penetrò in un tratto; cominciando però dai globi del diametro d'un pollice e mezzo, la proporzione ſtabilita qui ſopra trovaſi eſatta quanto baſti per farne conto.

in maniera che evvi ancora una grandissima correzione da farsi nel testo di Newton, sul calcolo ch' egli fa del calore che il Sole ha comunicato alla Cometa del 1680; poichè non essendo questa Cometa stata esposta al violento calore del Sole, se non per un picciol tempo, ella non ha potuto riceverlo, che in proporzione, e non già per intero come Newton par che supponga nel passo ch' io ora riferirò.

Est calor Solis ut radiorum densitas, hoc est reciprocè ut quadratum distantiæ locorum a Sole. Ideoque cum distantia cometæ a centro Solis decemb. 8, ubi in perihelio versabatur, esset ad distantiam terræ a centro Solis ut 6 ad 1000 circiter, calor Solis apud cometam eo tempore erat ad calorem Solis æstivi apud nos ut 1000000 ad 36, seu 28000 ad 1. Sed calor aquæ ebullientis est quasi triplo major quam calor quem terra arida concipit ad æstivum Solem ut expertus sum, &c. Calor ferri candentis (si rectè conjector) quasi triplo vel quadruplo major quam calor aquæ ebullientis; ideoque calor quem terra arida apud cometam in perihelio versantem ex radiis solaribus concipere posset, quasi 2000 vicibus major quam calor ferri candentis. Tanto autem calore vapores & exhalationes, omnisque materia volatilis statim consumi ac dissipari debuissent.

Cometa igitur in perihelio suo calorem im-

menſum ad Solem concepit & calorem illum diutiſſimè conſervare poteſt.

Io noterò ſubito, che Newton fa quì il calore del ferro rovente molto minore di quello che è in effetto, e di quello che ha detto egli ſteſſo in una Memoria, che ha per titolo: *Scala del calore*, pubblicata nelle Tranſazioni Filoſofiche del 1701, cioè molti anni dopo la pubblicazione del ſuo *Libro de' Principj*. In queſta Memoria ch'è eccellente, e che racchiude il germe di tutte le idee, ſulle quali in appreſſo fabbricati ſi ſono i termometri, ſi vede che Newton dietro ad alcune eſattiſſime eſperienze coſtituiſce il calor dell' acqua bollente tre volte più grande di quello del Sole in eſtate, quello dello ſtagno fuſo ſei volte più grande, quello del piombo fuſo otto volte, quello del regolo fuſo dodici volte, e quello del fuoco d'un camino ordinario ſedici o diciaſette volte più grande di quello del Sole d'eſtate; dal che conchiuder ſi deve che il calore del ferro rovente ſia ancor molto più grande, poichè per infuocare il ferro fino a quel ſegno fa d'uopo d'un fuoco coſtantemente animato dal mantice. Newton pare che così la ſenta, e voglia che queſto calore del ferro rovente ſia ſette o otto volte più grande di quello dell' acqua bollente, onde, ſeguendo Newton iſteſſo, biſogna cangiare tre parole del paſſo precedente, e leggere, *calor ferri candentis*

est quasi triplo (septuplo) vel quadruplo (octuplo) major quam calor aquæ ebullientis; ideoque calor apud cometam in perihelio versantem quasi 2000 (1000) *vicibus major quam calor ferri candentis;* e così diminuire della metà il calore di questa Cometa, paragonato a quello del ferro rovente.

Ma questa diminuzione che è unicamente relativa, è niente per se stessa, e niente in paragone della diminuzione reale, e grandissima che risulta dalla nostra prima considerazione. Acciocchè la Cometa ricevesse questo calore mille volte maggiore di quello del ferro rovente, faceva di mestieri ch' ella dimorata si fosse per un tempo ben lungo in vicinanza del Sole, ma è passata rapidissimamente, massime alla più piccola distanza, sulla quale sola nondimeno ha Newton stabilito il suo calcolo di paragone.

Alli 8 di Dicembre 1680 ella era a $\frac{6}{1000}$ dalla distanza della terra al centro del Sole, ma il giorno precedente, o il giorno appresso, cioè ventiquattro ore avanti, e ventiquattro ore dopo, era già in una distanza sei volte più grande, ove per conseguenza il calore era trenta volte minore.

Se si volesse dunque conoscere la quantità di calore dal Sole comunicato alla Cometa, ecco come fare se ne potrebbe un

giustissimo calcolo; e nel tempo stesso il paragone con quello del ferro ardente, per mezzo delle mie esperienze.

Noi supporremo come un fatto che questa Cometa abbia impiegato seicento sessantasei ore per discendere a quel punto, in cui fosse tanto dal Sole discosta, quanto n'è la terra, nel qual punto per conseguenza ricevuto abbia un calore eguale a quello che la terra riceve dal Sole, il quale io prendo ora per l'unità; supporremo ancora che per risalire dal punto più basso del suo periellio a questa distanza medesima, la Cometa impiegate abbia altre seicento sessantasei ore, e vedremo che (supposto il suo movimento uniforme) essendo al punto più basso del suo periellio,

cioè a $\frac{6}{1000}$ di distanza dalla terra al Sole,

il calore che la medesima ha ricevuto in questo momento sarà stato ventisette mille settecento sessantasei volte maggiore di quello che riceve la terra; quindi dando a questo movimento una durata di 80 minuti, cioè di 40 nel discendere, ed altrettanti nel salire, si avrà:

Alla distanza di 6, 27776 di calore duranti li 80 minuti.

Alla distanza di 7, 20408 di calore nello spazio degli 80 minuti.

Alla distanza come 8, 15625 di calore nello spazio costante di 80′, e così proseguendo fino alla distanza 1000, nella quale il calore è 1. Sommando tutt'i calori a ciascuna distanza, si troverà 363410 pel totale di calore che la Cometa ha ricevuto dal Sole, tanto nel discendere quanto nel rimontare; moltiplicando questo totale per lo tempo, cioè per $\frac{4}{3}$ d'ora, si avrà dunque 484547 da dividersi per 2000, che rappresenta il calor totale che la terra ha ricevuto in questo medesimo spazio di 1332 ore, poichè la distanza è sempre 1000, e il calore sempre $= 1$; così noi avremo $242 \frac{547}{2000}$ pel calore che la Cometa ha ricevuto di più della terra durante tutto il tempo del suo periellio, invece di 28000, come Newton suppone, non prendendo che il punto estremo, e facendo nissuna attenzione alla piccola durata del tempo.

Questo calore $242 \frac{547}{2000}$, dovrebbesi ancora diminuire, poichè la Cometa, per la sua accelerazione scorreva tanto più di cammino nello stesso spazio di tempo, quanto era più vicina al Sole.

Ma non facendo caso di questa diminuzione, ed ammettendo che la Cometa ab-

bia in effetto ricevuto un calore a un di presso duecento quarantadue volte più grande di quello del nostro Sole d'estate, e conseguentemente $17\frac{2}{7}$ maggiore di quello del ferro ardente, seguendo il calcolo di Newton, o solamente dieci volte più grande seguendo la correzione da farsi a questo calcolo, devesi supporre che per eccitare un calore dieci volte maggiore di quello del ferro rovente, vi abbisognerebbe dieci volte più tempo, cioè 13320 ore invece 1332. Quindi alla Cometa può paragonarsi un globo di ferro che per farlo arroventire sofferto abbia l'azione d'un fuoco di fucina duranti 13320 ore.

Ora, scorgesi dalle mie sperienze, che la serie de' tempi necessarj a riscaldare de' globi, i diametri dei quali vadano crescendo, come

$1, 2, 3, 4, 5 \ldots\ldots n$ mezzi pollici, è a un di presso

$2', 5'\frac{1}{2}, 9', 12'\frac{1}{2}, 16' \ldots \frac{7n-3}{2}$ minuti.

Si avranno dunque $\frac{7n-3}{2} = 799200$ min.

Dai quali si otterranno $n = 228342$ mezzi pollici.

Così col fuoco di fucina, nello spazio di

799200 minuti, ossia 13320 ore, non si potrà infuocare a roventezza che un globo del diametro di 228342 mezzi pollici, e per conseguente acciocchè tutta la massa della Cometa si riscaldasse al segno del ferro rovente nel poco tempo ch'è stata esposta agli ardori Solari, ella non doveva eccedere li 228342 mezzi pollici di diametro, anche supponendo che fosse stata percossa in tutte le sue parti, e nel medesimo tempo, dalla luce del Sole; donde risulta che supponendola più grande, bisogna necessariamente supporre maggior tempo nella medesima ragione di n a $\frac{7n-3}{2}$; di maniera che, per esempio, se vuolsi supporre la Cometa eguale alla terra, si avrà $n = 941461920$ mezzi pollici, e $\frac{7n-3}{2} = 3295116718$ minuti, cioè invece di 13320 ore, ne abbisogeranno 54918612, o se invece di un anno voglians si 190 giorni, abbisogneranno 6269 anni per arroventire un globo grosso come la terra, e per la ragione medesima la Cometa invece di aver soggiornato sole 1332 ore o 55 giorni e 12 ore in tutto il suo periellio, doveva dimorarvi per 392 anni. Così le Comete coll'accostarsi al Sole, non ricevono elleno già un calore immenso, nè

moltiſſimo tempo durevole, come Newton dice, e come ſaremmo a prima viſta inclinati a credere, ma il loro ſoggiorno in vicinanza di queſt' aſtro è sì brieve che la loro maſsa non ha tempo a ſcaldarſi, e che quaſi la ſola parte ſuperficiale eſpoſta al Sole, può eſsere abbruciata da queſti momenti di calore eſtremo, il quale calcinando, e volatilizzando la materia di queſta ſuperficie, fuori la caccia in vapori, e in polvere dalla banda oppoſta al Sole; e ciò che noi chiamiamo *la coda della Cometa*, altro non è che la luce medeſima del Sole reſa ſenſibile, come in una camera oſcura, da queſti atomi che il calore, quanto più violento, ſpigne tanto più lungi.

Ma un' altra conſiderazione molto diverſa da queſta, ed anche più importante ſi è, che per applicare il riſultato delle noſtre ſperienze, e del noſtro calcolo alla Cometa ed alla terra, biſogna ſupporle compoſte di materie che eſigano per raffreddarſi tanto tempo quanto il ferro; mentre che realmente le materie principali, onde il globo terreſtre è compoſto, come l'argille, la pietra arenoſa (*), le pietre, ec. devono raffreddarſi in tempo molto minore che il ferro.

Per appagarmi ſu ciò ho fatto fabbricare

(*) A maggior chiarezza noteremo che il *grès* dell' originale che qui ed altrove abbiam tradotto *pietra arenoſa* è il *lapis arenarius*, *vulgaris* del de Bomare, oſſia il *ſaxum arenarium* di VValler.

alcuni globi d'argilla, e di pietra arenosa, e fattoli riscaldare alla stessa fucina fin al grado di roventezza, ho trovato che i globi d'argilla di due pollici raffreddano a segno di poterli tener in mano in trentotto minuti, quei di due pollici e mezzo in quarantotto minuti, e quelli di tre pollici in sessanta minuti, il qual tempo ragguagliato con quello del raffreddamento de' globi di ferro del diametro medesimo di due pollici, due pollici e mezzo, tre pollici, dà i rapporti di 38 a 80 per due pollici, 48 a 102 per due pollici e mezzo, e 60 a 127 per tre pollici; il che forma un po' meno di 1 a 2; in maniera che per lo raffreddamento dell' argilla, non abbisogna la metà del tempo necessario al raffreddamento del ferro.

Trovai ancora che i globi di pietra arenosa di due pollici, raffreddati si sono a segno di poterli tener in mano nello spazio di quarantacinque minuti, quei di due pollici e mezzo in cinquantotto minuti, e quelli di tre pollici in sessantacinque minuti; il qual tempo paragonato con quello del raffreddamento de' globi di ferro di questi medesimi diametri, dà i rapporti di 46 a 80 per due pollici, di 58 a 102 per due pollici e mezzo, e di 75 a 127 per tre pollici, ciò che forma a un di presso la ragione di 9 a 5; sicchè per lo raffreddamento della pietra arenosa si richiede più della metà del

tempo necessario al raffreddamento del ferro.

Osserverò al proposito di queste sperienze, che i globi d'argilla fatti arroventire, hanno perduto del peso loro più che i globi di ferro, e fino alla nona e decima parte del loro peso; invece che la pietra arenosa, scaldata al fuoco medesimo, perde quasi niente affatto del suo peso, abbenchè tutta la superficie si copra di smalto, e si riduca in vetro. Sendomi cotal fatto sembrato singolare, ho ripetuto l'esperienza molte volte, facendo anche rinforzar il fuoco, e continuare più a lungo che non pel ferro; e comechè il terzo del tempo necessario ad arroventire il ferro, basti quasi ad arroventire la pietra arenosa; io tuttavia l'ho tenuta esposta a questo fuoco il doppio, e il triplo del tempo, per vedere se perdesse di più, ma non mi sono accorto che di leggerissime diminuzioni; imperciocchè il globo di due pollici, il quale prima che si mettesse al fuoco pesava sette once, due dramme, e trenta grani, riscaldato per otto minuti, non ha perduto che quarantun grani, i quali non fanno la centesima parte del suo peso; quello di due pollici e mezzo, il quale pesava quattordici once, due dramme, otto grani, essendo stato scaldato per dodici minuti, non ha perso che la centesima cinquantesima quarta parte del suo peso, e quello di tre pollici del peso di ventiquattro

once, cinque dramme, tredici grani, scaldato per diciotto minuti, cioè a un dipresso egualmente che il ferro, ha perduti solo settantotto grani, che non monta che alla centottantunesima parte del suo peso. Queste perdite sono cotanto picciole che potrebbonsi considerare come nulle, ed asserire francamente che in generale la pietra arenosa pura niente perde del suo peso al fuoco; perchè mi sembrò che le picciole diminuzioni da me poc' anzi riferite, derivate sieno dalle parti ferrugigne che trovate si sono in queste pietre arenose state in parte distrutte per mezzo del fuoco.

Una cosa più generale e degna d'essere osservata si è, che le durate del calore nelle differenti materie esposte al medesimo fuoco per un egual tempo, trovansi sempre nella proporzione medesima, ossia il grado di calore più grande, ossia più piccolo; di maniera che, per esempio, se riscaldisi il ferro, la pietra arenosa, e l'argilla ad un fuoco violento, cosicchè faccian d'uopo sessanta minuti per raffreddare il ferro a segno di poterlo toccare, quarantasei minuti per raffreddare al medesimo segno la pietra arenosa, e trentotto per raffreddare l'argilla, e che a un calore minore siano, per esempio, necessarj solo diciotto minuti per raffreddare il ferro al medesimo segno di poterlo toccare, proporzionalmen-

te abbisognerà poco più di dieci minuti per raffreddare la pietra arenosa, e circa otto minuti e mezzo per raffreddare l'argilla al segno medesimo.

Ho fatte delle simili sperienze su' globi di marmo, di pietra, di piombo, e di stagno a un calore solamente tale che incominciasse a fondere lo stagno, ed ho trovato che raffreddandosi il ferro al segno di poter tenerlo in mano nello spazio di diciotto minuti; il marmo raffreddava allo stesso segno in dodici minuti, la pietra in undici, il piombo in nove, e lo stagno in otto minuti.

Non è dunque proporzionalmente alla loro densità, come credesi volgarmente, che i corpi ricevono, e perdono più, o men presto, il calore [6], ma bensì in un rapporto molto diverso, il quale è in ragione inversa della loro solidità, cioè della loro maggiore o minore *non fluidità*, talmente che col medesimo calore, meno di tempo è necessario per riscaldare, e raffreddare il fluido più denso, di quello che sia per riscaldare o raffreddare allo stesso grado il sodo meno denso. Nelle seguenti Memorie io darò la dichiarazione intera di questo principio, dal quale dipende tutta la teoria

[6] Veggasi la Chimica di Boerrhave. *Parte prima*, *pag.* 266, *e* 276, ed altresì 160, 264, *e* 267. — Musschenbroek, *Saggio di Fisica*, *pag.* 94, *e* 969, *ec.*

del progresso del calore: e affinchè la mia asserzione non sembri insussistente, eccovi in poche parole il fondamento di questa teoria.

Ho trovato colla meditazione che i corpi che si riscalderebbero in ragione del loro diametro, essere non potrebbero che quelli, i quali fossero perfettamente permeabili al calore, e nel tempo stesso quelli, i quali si riscaldassero, e raffreddassero in meno di tempo. Allora ho pensato che i fluidi, le di cui parti tutte legate non sono che debolmente fra loro, più s'avvicinavano a questa perfetta permeabilità che non i sodi, le di cui parti hanno molto più di coerenza di quelle dei fluidi.

Conseguentemente ho fatte alcune sperienze, dalle quali m'è risultato che col medesimo calore tutt' i fluidi, per densi che essi sieno, si scaldano, e raffreddano più prontamente di qualunque sodo comunque leggiere; cosicchè, per esempio, il mercurio paragonato col legno, si scalda molto più presto, comechè egli ne sia quindici o sedici volte più denso.

Ciò mi ha fatto riconoscere che il progresso del calore ne' corpi non deve in verun caso farsi relativamente alla densità loro; e diffatti mi sono coll' esperienza convinto che questo progresso, tanto nei sodi quanto ne' fluidi, sia piuttosto in ragio-

ne della loro fluidità, o se vuolsi, in ragione inversa della loro solidità. E siccome questa parola *solidità* ha molti significati, egli è necessario spiegare il senso, nel quale io l'uso quì: *solido*, e *solidità* diconsi in Geometria relativamente alla grandezza, e si prendono per lo volume de' corpi; *solidità* si dice spesso in Fisica relativamente alla densità, cioè alla massa contenuta sotto un dato volume; *solidità* usasi qualche volta ancora relativamente alla durezza, cioè alla resistenza che i corpi oppongono, allorchè vogliamo scinderli: ora in nissuno di questi sensi io mi servo quì di questa parola, ma in un significato ch' essere dovrebbe il primo, poichè è il più proprio. Intendo unicamente per *solidità* la qualità opposta alla fluidità, e dico, che in ragione inversa di questa qualità si propaga il calore nella maggior parte de' corpi, e ch' eglino tanto più presto si scaldano, o si raffreddano quanto sono più fluidi, e tanto più lentamente quanto sono più solidi; purchè tutte le altre circostanze sieno eguali.

E per dimostrare che la solidità presa in questo senso è del tutto indipendente dalla densità, l'esperienza mi ha insegnato che alcune materie più o meno dense scaldansi, e raffreddansi più prontamente d'alcune altre sostanze più o meno dense; che, per esempio, l'oro, e il piombo, i quali sono

molto più densi del ferro, e del rame; nondimeno si scaldano e raffreddano molto più presto, e che lo stagno ed il marmo, i quali sono all' opposto meno densi, si scaldano e raffreddansi molto più presto del ferro, e del rame: e che lo stesso accade di molte altre materie, le quali, comechè più o meno dense, scaldansi e raffreddansi più prontamente che alcune altre, che sono meno dense d'assai, o molto più dense; di maniera che la densità è per nissun conto relativa alla scala del progresso del calore ne' corpi solidi.

E a ciò provare parimente ne' fluidi, io ho veduto che il mercurio, quantunque tredici o quattordici volte più denso che l'acqua, si scalda tuttavia e si raffredda in meno di tempo che l'acqua; e che lo spirito di vino che è anche meno denso dell' acqua, si scalda pure e si raffredda più presto dell' acqua medesima; di maniera che generalmente il progresso del calore nei corpi, tanto per riguardo all' entrata quanto all' uscita, non ha alcun rapporto alla loro densità, e si opera principalmente in ragione della loro fluidità, estendendo la fluidità fino al sodo, cioè risguardando la solidità come una *non fluidità*, più o meno grande. Quindi mi sono creduto obbligato a conchiudere, che noi conosceremmo in effetto il grado reale della fluidità

nei corpi, riscaldandoli al medesimo calore, perciocchè la fluidità loro sarà nella ragione medesima di quella del tempo, durante il quale eglino riceveranno o perderanno questo calore; e lo stesso accaderà anche nei corpi sodi, i quali saranno tanto più sodi, cioè tanto più *non fluidi*, quanto maggior tempo sarà loro necessario ad acquistare, e perdere questo calore medesimo, e ciò seguirà, per quanto io presumo, quasi generalmente, avendo io di già tentato coll' esperienza un buon numero di diverse materie, delle quali ho fatta una tavola che mi sono studiato di rendere, per quanto mi fu possibile, esatta e compiuta, la quale si troverà nella seguente Memoria.

MEMORIA SECONDA.

Serie dell' Esperienze sul progresso del calore nelle differenti sostanze minerali.

HO fatto fare un gran numero di globi, tutti il più precisamente che ho potuto, d'un pollice di diametro, delle seguenti materie, le quali possono quì a un di presso rappresentare il regno minerale.

	onc.	dram.	grani
Oro purissimo diligentemente raffinato dal Sig. Tillet dell' Accademia delle Scienze, il quale ha fatto a mia istanza lavorare questo globo, pesa ————	6.	2.	17.
Piombo, pesa ————	3.	6.	28.
Argento purissimo, lavorato come sopra, pesa ————	3.	3.	22.
Bismuto, pesa ————	3.	0.	3.
Rame rosso, pesa ————	2.	7.	56.
Ferro, pesa ————	2.	5.	10.
Stagno, pesa ————	2.	3.	48.
Antimonio fuso, che avea alcune piccole cavità alla superficie, pesa	2.	1.	34.
Zinco, pesa ————	2.	1.	2.
Smeriglio, pesa ————	1.	2.	24 $\frac{1}{2}$
Marmo bianco, pesa ————	1.	0.	25.
Pietra arenosa pura, pesa ————	0.	7.	24.
Marmo comune di Montbard, pesa	0.	7.	20.
Pietra calcarea dura, e griggia di Montbard, pesa ————	0.	7.	20.
Gesso bianco, impropriamente detto *Alabastro*, pesa ————	0.	6.	36.
Pietra calcarea bianca statuaria della cava di pietre d'Anieres presso Dijon, pesa ————	0.	6.	36.

Cristallo di monte, questo era un po' troppo piccolo, ed aveva molti difetti, ed alcune picciole fenditure superficiali, senza delle quali

	onc.	dram.	grani
io presumo che sarebbe pesato oltre una dramma di più, pesa ——	o.	6.	22.
Vetro comune, pesa ——————	o.	6.	21.
Terra argillosa pura non cotta, però secchissima, pesa ——————	o.	6.	16.
Ocra, pesa ——————————	o.	5.	9.
Porcellana del Sig. Conte di Lauraguais, pesa ——————	o.	5.	$2\frac{1}{2}$
Creta bianca, pesa ——————	o	4.	49.
Pietra pomice con molte picciole cavità alla superficie, pesa ——	o.	1.	69.
Legno di ciriegio, il quale, quantunque più leggiero della quercia e della maggior parte degli altri legni, è quello fra tutti che meno si altera al fuoco, pesa ——	o.	1.	55.

Devo avvertire che non bisogna contare molto su i pesi riferiti in questa tavola, per conchiudere sull' esatto specifico peso di ciascuna materia; perciocchè per quanta diligenza io abbia usata per render i globi eguali, essendo stato obbligato a valermi di operai di diversi mestieri, alcuni mi hanno fatti i globi più grossi, ed altri più piccoli. Si sono impiccioliti quelli che avevano più di un pollice di diametro, ma alcuni i quali erano alquanto più piccoli, come quelli di cristallo di monte, di vetro, e di porcel-

lana, si sono lasciati come erano, avendo solamente rigettati quelli di agata, di diaspro, di porfido, e di pietra nefritica per essere sensibilmente troppo piccoli. Questo grado però di precisione di grossezza difficilmente ottenibile, non era poi assolutamente necessario, non potendo che ben di poco cangiare il risultato delle mie esperienze.

Prima d'aver ordinati tutti questi globi d'un pollice di diametro, io aveva già sottoposta al medesimo fuoco una massa quadrata di ferro, ed un' altra di piombo di due pollici in tutte le loro dimensioni, e trovato aveva per mezzo di replicate pròve che il piombo si riscaldava più presto, e si raffreddava in molto meno di tempo che il ferro. Ho fatta la medesima prova col rame rosso, ed a questo abbisogna ancora più tempo per iscaldare e raffreddare che non al piombo, e meno che al ferro, cosicchè fra queste tre materie il ferro mi sembrò il meno accessibile dal calore, ed il più atto a trattenerlo lungamente. Questo mi ha fatto conoscere che la legge del progresso del calore, o della sua entrata, e uscita ne' corpi fosse per nissun conto proporzionale alla loro densità, poichè il piombo ch'è più denso del ferro, e del rame, si scalda tuttavia, e si raffredda in minor tempo di questi due altri metalli. Essendomi quest' oggetto paruto interessante, ho

fatti fare i miei piccioli globi, per assicurarmi più esattamente, fu un buon numero di diverse materie, del progresso di calore in ciascuna. Io ho sempre collocati i globi a un pollice di distanza gli uni dagli altri avanti allo stesso fuoco, o nel medesimo forno, due o tre, quattro o cinque, ec. insieme durante lo stesso tempo con un globo di stagno in mezzo degli altri. Nella maggior parte delle sperienze io lasciava i globi esposti alla medesima azione del fuoco, finchè quello di stagno cominciava a fondersi, nel qual istante si toglievano via tutti insieme, ponevansi su di una tavola entro alcune casucce disposte per riceverli, nelle quali lasciavansi raffreddare senza moverli, provando frequentemente a toccarli, e nel momento, in cui cominciavano a non abbruciare più le dita, e che poteva trattenerli in mia mano per un mezzo secondo, notava il numero dei minuti ch' erano scorsi dopo essere stati ritirati dal fuoco; in seguito li lasciava tutti raffreddare al grado dell' attuale temperatura, del quale procurava di giudicare per mezzo d'altri piccioli globi della stessa materia che non erano stati scaldati, e ch' io andava toccando nel tempo stesso che quelli che raffreddavano. Fra tutte le materie da me messe alla prova, il solo zolfo fonde a un grado di calore minore che lo stagno;

e malgrado il cattivo odore del suo vapore, io l'avrei scelto per termine di paragone, ma siccome egli è una materia friabile, e che diminuiscesi per lo sfregamento, ho preferito lo stagno, quantunque esiga per fondersi il doppio quasi di calore ch'è necessario per fondere lo zolfo.

I.

Nella prima sperienza la palla di piombo, e quella di rame riscaldate per lo stesso spazio di tempo, si sono raffreddate nell'ordine seguente.

	Raffreddate a poterle tener in mano per un minuto secondo. minuti	*Raffreddate al segno della temperatura attuale.* minuti
Piombo, in	8.	In 23.
Rame, in	12.	In 35.

II.

Avendo fatte scaldare insieme allo stesso fuoco alcune palle di ferro, di rame, di piombo, di stagno, di pietra arenosa, di marmo di Montbard, si sono raffreddate nell'ordine seguente.

	Raffreddate a poterle tener in mano per un mezzo secondo. minuti	*Raffreddate all' attuale temperatura.* minuti
Stagno, in	$6\frac{1}{2}$	In 16.
Piombo, in	8.	In 17.
Pietra arenosa, in	9.	In 19.
Marmo comune, in	10.	In 21.
Rame, in	$11\frac{1}{2}$	In 30.
Ferro, in	13.	In 38.

III.

Nella feconda efperienza a un fuoco più ardente, ed al fegno d'aver fufa la palla di ftagno, l'altre cinque palle fi fono raffreddate nelle proporzioni feguenti.

Raffreddate a poterle tener in mano per un mezzo fecondo.	minuti	*Raffreddate all' attuale temperatura.*	minuti
Piombo, in ——	$10\frac{1}{2}$	In ————	42.
Pietra arenofa, in –	$12\frac{1}{2}$	In ————	46.
Marmo comune, in	$13\frac{1}{2}$	In ————	50.
Rame, in ———	$19\frac{1}{2}$	In ————	51.
Ferro, in ———	$23\frac{1}{2}$	In ————	54.

IV.

In una terza efperienza a un grado di fuoco minore del precedente, le medefime palle con un nuovo globo di ftagno, fi fono raffreddate nell' ordine feguente.

Raffreddate a poterle tener in mano per un mezzo fecondo.	minuti	*Raffreddate all' attuale temperatura.*	minuti
Stagno, in ———	$7\frac{1}{2}$	In ————	25.
Piombo, in ———	$9\frac{1}{2}$	In ————	35.
Pietra arenofa, in –	$10\frac{1}{2}$	In ————	37.
Marmo comune, in	12.	In ————	39.
Rame, in ———	14	In ————	44.
Ferro, in ———	17.	In ————	50.

Da queſte eſperienze fatte con quella preciſione che mi fu poſſibile, ſi può conchiudere.

1.° Che il tempo del raffreddamento del ferro è a quello del raffreddamento del rame a ſegno di poterlo tener in mano : : $53\frac{1}{2}$: 45, ed al ſegno della temperatura : : 142 : 125.

2.° Che il tempo del raffreddamento del ferro è a quello del primo raffreddamento del marmo comune : : $53\frac{1}{2}$: $35\frac{1}{2}$, ed a quello del totale raffreddamento : : 142 : 110.

3.° Che il tempo del raffreddamento del ferro è al tempo del raffreddamento della pietra arenoſa al ſegno di poterle tener in mano : : $53\frac{1}{2}$: 32, e : : 142 : $102\frac{1}{2}$ per l'intero raffreddamento.

4.° Che il tempo del raffreddamento del ferro è a quello del raffreddamento del piombo a ſegno di poterli tenere in mano : : $53\frac{1}{2}$: 27, e : : 142 : $94\frac{1}{2}$ per l'intero loro raffreddamento.

V.

Siccome due ſole ſperienze eranvi pel paragone del ferro collo ſtagno, ho voluto farne una terza, nella quale lo ſtagno raffreddò fino a tenerlo in mano, in 8 mi-

nuti, e per intero, cioè alla temperatura, in 32 minuti, e il ferro s'è raffreddato a poterlo tener in mano in 18 minuti, e totalmente raffreddato in 48; cosicchè la proporzione trovata nelle tre sperienze, è:

1.° Pel primo raffreddamento del ferro paragonato a quello dello stagno : : 48 : 22, e : : 136 : 73 per l'intero loro raffreddamento.

2.° Che i tempi del raffreddamento del rame sono a quelli del raffreddamento del marmo comune : : 45 : 35 $\frac{1}{2}$ pel primo raffreddamento, e : : 125 : 110 pel raffreddamento alla temperatura.

3.° Che i tempi del raffreddamento del rame sono a quelli del raffreddamento della pietra arenosa : : 45 : 33 pel primo raffreddamento, e : : 125 : 102 per lo raffreddamento alla temperatura attuale.

4.° Che i tempi del raffreddamento del rame sono a quelli del raffreddamento del piombo : : 45 : 27 pel primo raffreddamento, e : : 125 : 94 $\frac{1}{2}$ per lo totale.

VI.

Essendovi due sole sperienze del rame collo stagno, io per lo paragone ne ho fatta la terza, nella quale il rame si è raffreddato sino a tenerlo in mano nel termine

mine di 18 minuti, ed interamente in 49, e lo stagno si è raffreddato al primo punto in 8 minuti e $\frac{1}{2}$; ed all' ultimo in 30 minuti, dal che può conchiudersi.

1.° Che il tempo del raffreddamento del rame è a quello del raffreddamento dello stagno al segno di poterli tener in mano : : $43\frac{1}{2}$: $22\frac{1}{2}$, e : : 123 : 71 per l'intero lor raffreddamento.

2.° Dalle precedenti sperienze puossi ancora conchiudere che il tempo del raffreddamento del marmo comune è a quello del raffreddamento della pietra arenosa, al punto di tenersi in mano : : $36\frac{1}{2}$: 32, e : : 110 : 102 pel loro intero raffreddamento.

3.° Che il tempo del raffreddamento del marmo comune è al tempo del raffreddamento del piombo, al segno di poterli soffrire : : $36\frac{1}{2}$: 28, e per l'intero : : 110 : $94\frac{1}{2}$.

VII.

Siccome due sole erano le sperienze per lo paragone del marmo comune, e dello stagno, io ne ho fatta una terza, nella quale lo stagno si è raffreddato fino a potersi tollerare in mano nel termine di 9 minuti, ed il marmo in 11; interamente poi lo stagno si è raffreddato in minuti 22 $\frac{1}{2}$, e il marmo

in 33. Quindi i tempi del raffreddamento del marmo sono a quelli del raffreddamento dello stagno, come 33 è a $24\frac{1}{2}$ riguardo al primo raffreddamento, e :: 93 : 64 riguardo al secondo raffreddamento.

VIII.

Non essendovi che due sperienze per lo confronto della pietra arenosa, e del piombo collo stagno, io ne ho fatta la terza, facendo scaldare insieme queste tre palle di pietra arenosa, di piombo, e di stagno, le quali raffreddarono nell' ordine seguente.

	Raffreddate al segno di poterle tener in mano per un mezzo secondo. minuti	*Raffreddate all' attuale temperatura.* minuti
Stagno, in	$7\frac{1}{2}$	In 23.
Piombo, in	$8\frac{1}{2}$	In 27.
Pietra arenosa, in	$10\frac{1}{2}$	In 28.

Donde si può conchiudere:

1.° Che il tempo del raffreddamento del piombo è a quello del raffreddamento dello stagno al segno di poterli tenere in mano :: $25\frac{1}{2}$: $21\frac{1}{2}$, e :: $79\frac{1}{2}$: 64 per l' intero raffreddamento.

2.° Che il tempo del raffreddamento della pietra arenosa è a quello del raffreddamento dello stagno al segno di tenerli in mano :: 30 : $21\frac{1}{2}$, e :: 84 : 64 per l' intero raffreddamento.

3.° Dalle quattro precedenti esperienze può altresì conchiudersi, che il tempo del raffreddamento della pietra arenosa è a quello del raffreddamento del piombo, al segno di poterli tener in mano :: $42 \frac{1}{2} : 35 \frac{1}{2}$, e pel loro intero raffreddamento :: $130 : 121 \frac{1}{2}$.

IX.

In un forno riscaldato al segno di fondere lo stagno, quantunque ritirate ne fossero la bragia e le ceneri, ho fatto porre su d'un appoggio attraversato di filo di ferro, cinque palle lontane l'una dall' altra incirca 9 linee, dopo di che si è chiuso il forno, ed avendole ritirate a capo di 15 minuti raffreddaron nell' ordine seguente.

Raffreddate al segno di poterle tener in mano per un mezzo secondo.	minuti	*Raffreddate all' attuale temperatura.*	minuti
Stagno fuso nella sua parte inferiore, in	8.	In	24.
Argento, in	14.	In	40.
Oro, in	15.	In	46.
Rame, in	$16 \frac{1}{2}$	In	50.
Ferro, in	18	In	56.

X.

Nel medesimo forno a un grado però di calore minore, le medesime palle con un'altra di stagno, si sono raffreddate nell' ordine seguente.

Raffreddate al segno di poterle tener in mano per un mezzo secondo:		*Raffreddate all' attuale temperatura.*
	minuti	minuti
Stagno, in ——	7.	In —————— 20.
Argento, in ——	11.	In —————— 31.
Oro, in ——	$12 \frac{1}{2}$	In —————— 40.
Rame, in ——	14.	In —————— 43.
Ferro, in ——	$16 \frac{1}{2}$	In —————— 47.

XI.

Nel medesimo forno a un grado di calore ancor minore le stesse palle si sono raffreddate nelle proporzioni seguenti.

Raffreddate al segno di poterle tener in mano per un mezzo secondo.		*Raffreddate all' attuale temperatura.*
	minuti	minuti
Stagno, in ——	6.	In —————— 17.
Argento, in ——	9.	In —————— 26.
Oro, in ——	$9 \frac{1}{2}$	In —————— 28.
Rame, in ——	10.	In —————— 31.
Ferro, in ——	11.	In —————— 35.

Dalle quali sperienze si deve conchiudere.

1.° Che il tempo del raffreddamento del ferro è a quello del raffreddamento del rame al segno di poterli trattenere in mano $:: 11 + 16\frac{1}{2} + 18 : 10 + 14 + 16\frac{1}{2}$, o $:: 45\frac{1}{2} : 40\frac{1}{2}$, secondo le tre sperienze pre-

ſenti; e ſiccome queſto rapporto dalle ſperienze precedenti (*articolo IV.*) è ſtato ritrovato :: $53\frac{1}{2}$: 45, aggiugnendo queſti tempi, ſi avrà 99 a $85\frac{1}{2}$ pel rapporto ancora più preciſo del primo raffreddamento del ferro, e del rame, e pel ſecondo, cioè per l'intero raffreddamento, eſſendo il rapporto riſultante dalle preſenti ſperienze :: 35 + 47 + 56 : 31 + 43 + 50, oppure :: 138 : 24, e :: 142 : 125. Per le ſperienze precedenti (*articolo IV.*) s'avrà, unendo queſti tempi, 280 a 249, pel rapporto ancora più preciſo dell'intero raffreddamento del ferro, e del rame.

2.° Che il tempo del raffreddamento del ferro è a quello del raffreddamento dell'oro, al ſegno di poterli tenere in mano :: $45\frac{1}{2}$: 37, ed alla temperatura :: 138 : 114.

3.° Il tempo del raffreddamento del ferro è a quello del raffreddamento dell'argento, al ſegno di poterli tener in mano :: $45\frac{1}{2}$: 34, e al ſegno della temperatura :: 138 : 97.

4.° Il tempo del raffreddamento del ferro è a quello del raffreddamento dello ſtagno, al ſegno di ſoffrirli :: $45\frac{1}{2}$: 21, ſecondo le eſperienze preſenti, e :: 24 : 11, ſe-

condo le precedenti (*articolo V.*); così si avrà, aggiungendo questi tempi, $69\frac{1}{2}$ a 32 per lo rapporto ancora più preciso del loro raffreddamento; e pel secondo, il rapporto risultato dalle sperienze presenti essendo :: 138 : 61, e per le sperienze precedenti (*articolo V.*) :: 136 : 73; si avrà, unendone questi tempi, 274 a 134 per lo rapporto ancora più preciso dell' intero raffreddamento del ferro, e dello stagno.

5.° Il tempo del raffreddamento del rame, è al tempo del raffreddamento dell' oro al segno di poterli tener in mano :: $40\frac{1}{2}$: 37, e :: 124 : 114 pel loro intero raffreddamento.

6.° Il tempo del raffreddamento del rame a quello del raffreddamento dell' argento, al segno di poterli tener in mano, è :: $40\frac{1}{2}$: 34, e pel loro intero raffreddamento :: 124 : 97.

7.° Il tempo del raffreddamento del rame è a quello del raffreddamento dello stagno, al segno di poterli tener in mano :: $40\frac{1}{2}$: 21, secondo le presenti esperienze, e :: $43\frac{1}{2}$: a $22\frac{1}{2}$, giusta le precedenti (*articolo VI.*); così, unendo questi tempi, si avrà 84 a $43\frac{1}{2}$, pel rapporto ancora più preciso del primo loro raffredda-

mento, e pel secondo siccome il rapporto risultante dalle sperienze presenti, è ∷ 124 : *61*, e quello delle precedenti (*articolo VI.*), è ∷ 123 : 71, si avrà, unendo questi tempi 247 a 132 pel più preciso rapporto dell' intero raffreddamento del rame, e dello stagno.

8.° Il tempo del raffreddamento dell' oro ragguagliato a quello del raffreddamento dell' argento, al segno di poterli tener in mano, è ∷ 37 : 34, e per l' intero raffreddamento di tutti due, è ∷ 114 : 97.

9.° Il tempo del raffreddamento dell' oro a quello del raffreddamento dello stagno, al segno di poterli tenere in mano, è ∷ 37 : 21, e pel loro intero raffreddamento ∷ 114 : *61*.

10.° Il tempo del raffreddamento dell' argento a quello del raffreddamento dello stagno, al segno di poterli tener in mano, è ∷ 34 : 21, e ∷ 97 : *61* pel lor intero raffreddamento.

XII.

Messe nel medesimo forno cinque palle collocate egualmente, e separate l'une dall' altre, il loro raffreddamento seguì nelle seguenti proporzioni.

Raffreddate al segno di poterle soffrire in mano per un mezzo secondo.	minuti	*Raffreddate all' attuale temperatura.*	minuti
Antimonio, in ———	6 ½	In ———————	25.
Bismuto, in ———	7.	In ———————	26.
Piombo, in ———	8.	In ———————	27.
Zinco, in ———	10 ½	In ———————	30.
Smeriglio, in ———	11 ½	In ———————	38.

XIII.

Ripetutasi questa sperienza con un grado di calore maggiore, col quale lo stagno, ed il bismuto si sono fusi, l'altre palle raffreddarono nell' ordine seguente.

Raffreddate al segno di poterle soffrire in mano per un mezzo secondo.	minuti	*Raffreddate all' attuale temperatura.*	minuti
Antimonio, in ———	7 ½	In ———————	28.
Piombo, in ———	9 ½	In ———————	39.
Zinco, in ———	14.	In ———————	44.
Smeriglio, in ———	16.	In ———————	50.

XIV.

Avendo noi poste nel medesimo forno, e nella maniera medesima un' altra palla di bismuto con sei altre, esse raffreddarono nella progressione seguente.

Raffreddate al segno di poterle soffrire in mano per un mezzo secondo. minuti	*Raffreddate all' attuale temperatura.* minuti
Antimonio, in —— 6.	In ———— 23.
Bismuto, in —— 6.	In ———— 25.
Piombo, in —— $7 \frac{1}{2}$	In ———— 28.
Argento, in —— $9 \frac{1}{2}$	In ———— 30.
Zinco, in —— $10 \frac{1}{2}$	In ———— 32.
Oro, in —— 11.	In ———— 32.
Smeriglio, in —— $13 \frac{1}{2}$	In ———— 39.

XV.

Essendosi rifatta questa sperienza colle sette medesime palle, l'ordine del loro raffreddamento fu il seguente.

Raffreddate al segno di poterle soffrire in mano per un mezzo secondo. minuti	*Raffreddate all' attuale temperatura.* minuti
Antimonio, in —— $6 \frac{1}{2}$	In ———— 23.
Bismuto, in —— $7 \frac{1}{2}$	In ———— 31.
Piombo, in —— $7 \frac{1}{2}$	In ———— 29.
Argento, in —— $11 \frac{1}{2}$	In ———— 32.
Zinco, in —— $13 \frac{1}{2}$	In ———— 38.
Oro, in —— 14.	In ———— 41.
Smeriglio, in —— 15.	In ———— 44.

Da tutte queste sperienze che sono state fatte con 'accuratezza, ed in presenza di due o tre persone, che meco hanno giudicato dal tatto, e dall' avere tenuto nella mano le diverse palle durante un mezzo secondo, vuolsi conchiudere.

1.° Che il tempo del raffreddameuto dello smeriglio è a quello del raffreddamento dell' oro, al segno di poterli tener in mano :: 28 $\frac{1}{2}$: 25, e :: 83 : 73 pel loro intero raffreddamento.

2.° Che il tempo del raffreddamento dello smeriglio a quello del raffreddamento dello zinco, al segno di poterli toccare, è :: 56 : 48 $\frac{1}{2}$, e :: 171 : 144 pel loro intero raffreddamento.

3.° Che il tempo del raffreddamento dello smeriglio a quello del raffreddamento dell' argento al grado di poterli tenere in mano, è :: 28 $\frac{1}{2}$: 21, e :: 83 : 62 pel loro intero raffreddamento.

4.° Che il tempo del raffreddamento dello smeriglio è a quello del rafireddamento del piombo, al segno di poterli soffrire :: 56 : 32 $\frac{1}{2}$, e :: 171 : 123 per l'intero lor raffreddamento.

5.° Che il tempo del raffreddamento dello smeriglio a quello del raffreddamento del bismuto, al segno di soffrirli, è :: 40 : 20 $\frac{1}{2}$, e :: 121 : 80 pel loro intero raffreddamento.

6.° Che il tempo del raffreddamento dello smeriglio a quello del raffreddamento dell'antimonio, è :: 56:26½, al segno di poterli tenere in mano, e :: 171 : 90 alla temperatura.

7.° Che il tempo del raffreddamento dell'oro, al segno di poterlo tenere in mano, è a quello del raffreddamento dello zinco :: 25 : 24, e :: 73:70 pel loro intero raffreddamento.

8.° Che il tempo del raffreddamento dell'oro al tempo del raffreddamento dell'argento, al segno di poterli tener in mano, è secondo le presenti sperienze :: 25 : 21, e giusta le precedenti (*articolo XI.*) :: 37 : 34. Quindi si avrà, aggiugnendo questi tempi, 62 a 55, pel rapporto più preciso del primo loro raffreddamento; e pel secondo, il rapporto dato dalle presenti esperienze, essendo :: 73 : 62, e :: 114 : 97 per le esperienze precedenti (*articolo XI.*), si avrà, unendo questi tempi, 187 : 159 pel più preciso rapporto dell'intero loro raffreddamento.

9.° Che il tempo del raffreddamento dell'oro al tempo del raffreddamento del piombo al grado di poterli tener in mano, è :: 25 : 15, e :: 73:57 pel loro intero raffreddamento.

10.° Che il tempo del raffreddamento dell'oro a quello del raffreddamento del bismuto, al segno di poterli soffrire, è :: 25 : 13½, e per l'intero loro raffreddamento :: 73 : 56.

11.° Che il tempo del raffreddamento dell' oro a quello del raffreddamento dell' antimonio, al segno di poterli soffrire, è : : 25 : 12 $\frac{1}{2}$, e : : 73 : 46 pel loro intero raffreddamento.

12.° Che il tempo del raffreddamento dello zinco al segno di poterlo tenere in mano è al tempo del raffreddamento dell' argento : : 24 : 21, e : : 70 : 62 pel loro intero raffreddamento.

13.° Che il tempo del raffreddamento dello zinco a quello del raffreddamento del piombo al segno di poterli soffrire è : : 48 $\frac{1}{2}$: 32 $\frac{1}{2}$, e pel loro intero raffreddamento : : 144 : 123.

14.° Che il tempo del raffreddamento dello zinco è a quello del raffreddamento del bismuto al segno di poterli soffrire : : 34 $\frac{1}{2}$: 20 $\frac{1}{2}$, e : : 100 : 80 pel loro intero raffreddamento.

15.° Che il tempo del raffreddamento dello zinco a quello del raffreddamento dell' antimonio al segno di poterli soffrire, è : : 48 $\frac{1}{2}$: 26 $\frac{1}{2}$, e 144 : 99 pel loro intero raffreddamento;

16.° Che il tempo del raffreddamento dell' argento è al tempo del raffreddamento del bismuto, al segno di poterli tenere in mano : : 21 : 13 $\frac{1}{2}$, e : : 62 : 56 pel loro intero raffreddamento.

17.° Che il tempo del raffreddamento dell' argento a quello del raffreddamento dell' antimonio a poterli soffrire in mano, è : : 21 : 12 $\frac{1}{2}$, e : : 62 : 46 pel loro intero raffreddmento.

18.° Che il tempo del raffreddamento del piombo al tempo del raffreddamento del bismuto, al segno di poterli tener in mano, è : : 23 : 20 $\frac{1}{2}$, e : : 84 ; 80 pel loro intero raffreddamento.

19.° Che il tempo del raffreddamento del piombo a quello del raffreddamento dell' antimonio, al segno di poterli tener in mano, è : : 32 $\frac{1}{2}$: 26, e : : 123 : 99 pel loro intero raffreddamento.

20.° Che il tempo del raffreddamento del bismuto a quello del raffreddamento dell' antimonio, al segno di poterli soffrire, è : : 20 $\frac{1}{2}$: 19, e : : 80 : 71 pel loro intero raffreddamento.

Deesi quì osservare che generalmente in ciascheduna di queste sperienze, i primi rapporti sono molto più giusti che gli ultimi, perchè non è sì facile il portar giudizio sul raffreddamento proporzionale all' attual temperatura, e sì ancora perchè essendo la medesima variabile, i risultati debbon essere parimente variabili; invece che il segno del primo raffreddamento può

coglierſi aſſai giuſtamente in grazia del ſentimento che il calore della palla eccita nella mano, toſtochè la ſi poſſa toccare, o ſtrigner per un mezzo ſecondo.

XVI.

Siccome non ſi erano fatte che due ſperienze per lo paragone dell' oro collo ſmeriglio, zinco, piombo, biſmuto, e coll' antimonio, e ſiccome nel tempo che il biſmuto eraſi interamente fuſo, il piombo, e l'antimonio erano ancora reſiſtenti d'aſſai, mi ſono ſervito d'altre palle di biſmuto, d'antimonio, e di piombo, ed ho fatta una terza ſperienza, mettendo inſieme nel medeſimo forno ben riſcaldato queſte due palle, le quali raffreddarono nell'ordine ſeguente.

Raffreddate al ſegno di poterle ſoffrire in mano per un mezzo ſecondo. minuti	*Raffreddate all' attuale temperatura.* minuti
Antimonio, in —— 7.	In —————— 27.
Biſmuto, in —— 8.	In —————— 29.
Piombo, in —— 9.	In —————— 33.
Zinco, in —— 12.	In —————— 37.
Oro, in —— 13.	In —————— 42.
Smeriglio, in —— 15 $\frac{1}{2}$.	In —————— 48.

Donde vuolſi conchiudere, ſiccome anche dalle *ſperienze XIV, e XV.* 1.º Che il tempo del raffreddamento dello ſmeriglio a quel-

lo del raffreddamento dell'oro, al segno di poterli soffrire, è : : 44 : 38, ed al segno della temperatura : : 131 : 115.

2.° Che il tempo del raffreddamento dello smeriglio a quello del raffreddamento dello zinco, al segno di poterli tenere in mano, è : : 15 $\frac{1}{2}$: 12; ma il rapporto trovato per le sperienze precedenti (*art.XV.*), essendo : : 56 : 48 $\frac{1}{2}$, si avrà, unendo questi tempi, 71 $\frac{1}{2}$ a 60 $\frac{1}{2}$ pel loro primo raffreddamento, e pel secondo, il rapporto trovato per la presente esperienza, essendo : : 48 : 37, e per le sperienze precedenti (*articolo XV.*) come 171 a 144; così si avrà, unendo questi tempi, 239 a 181, pel rapporto ancora più preciso dell' intero raffreddamento dello smeriglio, e dello zinco.

3.° Che il tempo del raffreddamento dello smeriglio a quello del raffreddamento del piombo, al segno di poterli soffrire in mano, è : : 15 $\frac{1}{2}$: 9; ma il rapporto trovato per le sperienze precedenti (*articolo XV.*), essendo : : 56 : 32 $\frac{1}{2}$; così si avrà, unendo questi tempi : : 71 $\frac{1}{2}$ a 41 $\frac{1}{2}$ pel rapporto del loro più preciso primo raffreddamento, e pel secondo, il rapporto tro-

vato per la ſperienza precedente, eſſendo : : 48 : 33; e per le altre precedenti (*articolo XV.*) : : 171 : 123; ſi avrà, unendo queſti tempi, 239 a 156 per lo rapporto ancora più preciſo dell' intero raffreddamento dello ſmeriglio, e del piombo.

4.° Che il tempo del raffredamento dello ſmeriglio a quello del raffreddamento del biſmuto, al ſegno di poterli ſoffrire, è : : $15\frac{1}{2}$: 8; e per le eſperienze precedenti (*artic. XV.*) : : 40 : $20\frac{1}{2}$; ſi avrà, unendo queſti tempi $55\frac{1}{2}$ a $28\frac{1}{2}$, pel più preciſo rapporto del primo loro raffreddamento; e pel ſecondo, il rapporto trovato per queſt' ultima ſperienza, eſſendo : : 48 : 29, e : : 121 : 80 per le ſperienze precedenti (*articolo XV.*); così ſi avrà, unendo queſti tempi, 169 a 109, pel rapporto ancora più preciſo dell' intero raffreddamento dello ſmeriglio, e del biſmuto.

5.° Che il tempo del raffreddamento dello ſmeriglio è a quello del raffreddamento dell' antimonio, al ſegno di poterli tenere in mano : : $15\frac{1}{2}$: 7; ma il rapporto trovato per le ſperienze precedenti (*artic. XV.*), eſſendo : : 56 : $26\frac{1}{2}$ ſi avrà, unendo que-

sti tempi, $71\frac{1}{2}$ a $33\frac{1}{2}$ pel rapporto ancor più preciso del primo loro raffreddamento; e pel secondo, il rapporto trovato per la esperienza presente, essendo : : 48 : 27, e : : 171 : 99; per le sperienze precedenti (*articolo XV.*), si avrà, unendo questi tempi, 219 a 126, pel rapporto ancora più preciso dell' intero raffreddamento dello smeriglio, e dell' antimonio.

6.° Che il tempo del raffreddamento dell' oro a quello del raffreddamento dello zinco al grado di poterli soffrire in mano, è : : 38 : 36, e : : 115 : 107 pel loro intero raffreddamento.

7.° Che il tempo del raffreddamento dell' oro a quello del raffreddamento del piombo al grado di poterli toccare, è : : 38 : 24, ed alla temperatura : : 115 : 90.

8.° Che il tempo del raffreddamento dell' oro al tempo del raffreddamento del bismuto, al segno di poterli tenere in mano, è : : 38 : $21\frac{1}{2}$, ed alla temperatura : : 115 : 85.

9.° Che il tempo del raffreddamento dell' oro a quello del raffreddamento dell' antimonio, al segno di poterli toccare, è : : 38 : $19\frac{1}{2}$, e alla temperatura : : 115 : 69.

10.° Che il tempo del raffreddamento dello zinco è a quello del raffreddamento del

piombo, al segno di poterli tenere in mano : : 12 : 9. Ma il rapporto trovato per le sperienze precedenti (*articolo XV.*), essendo : : $48\frac{1}{2}$: $32\frac{1}{2}$, si avrà, unendo questi tempi, $60\frac{1}{2}$ a $41\frac{1}{2}$ pel rapporto più preciso del primo loro raffreddamento; e pel secondo, il rapporto trovato per la sperienza presente : : 37 : 33, e quello delle sperienze precedenti (*art.XV.*), essendo : : 144 : 123, si avrà, unendo questi tempi, 181 a 156 pel rapporto ancor più preciso dell' intero raffreddamento dello zinco, e del piombo.

11.° Che il tempo del raffreddamento dello zinco è a quello del raffreddamento del bismuto, al segno di poterli toccare : : 12 : 8 per la sperienza presente ; ma per le sperienze precedenti (*artic. XV.*), essendo : : $34\frac{1}{2}$: $20\frac{1}{2}$ unendo questi tempi, si avrà $46\frac{1}{2}$ a $28\frac{1}{2}$ pel rapporto più preciso del primo loro raffreddamento, e pel secondo, il rapporto trovato per l'esperienza presente, essendo : : 37 : 29, e per le sperienze precedenti (*articolo XV.*) : : 100 : 80, si avrà, unendo questi tempi, 137 a 109, per lo rapporto più preciso dell' intero raffreddamento dello zinco, e del bismuto.

12.° Che il tempo del raffreddamento dello zinco a quello del raffreddamento dell'

antimonio, a segno di poterli tenere in mano, è : : 12 : 7, secondo la sperienza presente, ma siccome il rapporto cavato dalle sperienze precedenti (*articolo XV.*), è : : $48\frac{1}{2}$: $26\frac{1}{2}$, si avrà, unendo questi tempi, $60\frac{1}{2}$ a $33\frac{1}{2}$, pel rapporto ancora più preciso del primo loro raffreddamento, e pel secondo, il rapporto risultato dalla sperienza presente, essendo : : 37 : 27, e : : 144 : 90 per le precedenti (*articolo XV.*), si avrà, unendo questi tempi, 181 a 126 pel rapporto più preciso dell' intero raffreddamento dello zinco, e dell'antimonio.

13.° Che il tempo del raffreddamento del piombo al tempo del raffreddamento del bismuto, al segno di poterli tenere in mano, è : : 9 : 8, secondo la sperienza presente, e : : 23 : $20\frac{1}{2}$, secondo le precedenti (*articolo XV.*); così si avrà, unendo questi tempi, 32 a $28\frac{1}{2}$ pel rapporto più preciso del primo loro raffreddamento; e pel secondo, siccome il rapporto trovato per l'esperienza presente, è : : 33 : 29, e per l'esperienze precedenti (*articolo XV.*) : : 84 : 80; si avrà, unendo questi tempi, 117 a 109 pel rapporto ancora più preciso dell' intero raffreddamento del piombo, e del bismuto.

14.° Che il tempo del raffreddamento del piombo a quello del raffreddamento dell'

antimonio, al segno di poterli tenere in mano, secondo la sperienza presente, è : : 9 : 7, e secondo le precedenti (*articolo XV.*) : : $32\frac{1}{2}$: $26\frac{1}{2}$, quindi si avrà, unendo questi tempi, $41\frac{1}{2}$ a $33\frac{1}{2}$ pel rapporto più preciso del primo loro raffreddamento, e pel secondo, il rapporto trovato per la sperienza presente, essendo : : 33 : 27, e per le sperienze precedenti (*art. XV.*) : 123 : 99, si avrà, unendo questi tempi, 156 a 126 pel rapporto ancora più preciso dell' intero raffreddamento del piombo, e dell' antimonio.

15.° Che il tempo del raffreddamento del bismuto a quello del raffreddamento dell' antimonio, al segno di poterli tener in mano, è : : 8 : 7 per la sperienza presente, e : : $20\frac{1}{2}$: 19, per le precedenti sperienze (*articolo XV.*); così, unendo questi tempi, si avrà $28\frac{1}{2}$ a 26 per lo rapporto più preciso del primo loro raffreddamento, e pel secondo, essendo il rapporto dato dalla sperienza presente : : 29 : 27, e dalle precedenti sperienze (*artic. XV.*) : : 80 : 71; si avrà, unendo questi tempi, 109 a 98, pel rapporto ancora più preciso dell' intero raffreddamento del bismuto, e dell' antimonio.

XVII.

Siccome due sole sperienze parimente si

erano fatte per lo paragone dell' argento collo smeriglio, collo zinco, piombo, bismuto, ed antimonio, io ne ho fatta una terza con mettere nel medesimo forno che erasi alquanto raffreddato, le sei palle insieme, le quali con averle ritirate tutte nel tempo istesso, siccome si è sempre praticato, raffreddarono nell' ordine seguente.

Raffreddate al segno di poterle soffrire in mano per un mezzo secondo. minuti	*Raffreddate all' attuale temperatura.* minuti
Antimonio, in —— 6.	In —————— 29.
Bismuto, in —— 7.	In —————— 31.
Piombo, in —— $8\frac{1}{4}$	In —————— 34.
Argento, in —— $11\frac{1}{2}$	In —————— 36.
Zinco, in —— $12\frac{1}{2}$	In —————— 39.
Smeriglio, in —— $15\frac{1}{2}$	In —————— 47.

Devesi da questa sperienza, come anche da quelle degli *articoli XIV.*, *e XV.* conchiudere.

1.° Che il tempo del raffreddamento dello smeriglio à quello del raffreddamento dello zinco, al segno di poterli tenere in mano, è secondo la sperienza presente : : $15\frac{1}{2}$: $12\frac{1}{2}$, e secondo le precedenti (*articolo XVI.*) : : $71\frac{1}{2}$: $60\frac{1}{2}$; così, unendo questi tempi, noi avremo 83 a 73 pel più preciso rap-

porto del loro primo raffreddameuto; e riguardo al secondo, il rapporto avuto dall' esperienza presente essendo : : 47 : 39, e dalle precedenti (*articolo XVI.*) : : 239 : 181, si avrà, unendo questi tempi, 286 a 220 pel rapporto ancor più preciso dell' intero raffreddamento dello smeriglio, e dello zinco.

2.° Che il tempo del raffreddamento dello smeriglio è a quello del raffreddamento dell' argento : : 44 : 32 $\frac{1}{2}$, al segno di poterli tenere in mano, e 130 : 98 per l'intero loro raffreddamento.

3.° Che il tempo del raffreddamento dello smeriglio a quello del raffreddamento del piombo, al segno di poterli tenere in mano, è per l'esperienza presente : : 15 $\frac{1}{2}$: 8 $\frac{1}{4}$, e : : 71 $\frac{1}{2}$: 41 $\frac{1}{2}$, secondo le precedenti (*articolo XVI.*); così, unendo questi tempi, si avrà 87 a 49 $\frac{3}{4}$ per lo rapporto più preciso del loro primo raffreddamento, e riguardo al secondo, essendo il rapporto avuto dall' esperienza presente : : 47 : 34, e : : 239 : 156; per l'esperienze precedenti (*articolo XVI.*); si avrà, unendo questi tempi 286 a 190, pel rapporto ancora più preciso dell' intero raffreddamento dello smeriglio, e del piombo.

4.° Che il tempo del raffreddamento dello smeriglio a quello del raffreddamento del

bismuto, a segno di poterli tenere in mano, è giusta la presente sperienza : : $15\frac{1}{2}$: 7, e giusta le precedenti (*articolo XVI.*) : : $55\frac{1}{2}$: $28\frac{1}{2}$; così si avrà, unendo questi tempi 71 a $35\frac{1}{2}$ pel rapporto più preciso del loro primo raffreddamento, e riguardo al secondo, siccome il rapporto avuto dalla sperienza presente, è : : 47 : 31, e quello delle precedenti sperienze (*articolo XVI.*) : : 169 a 109, unendo questi tempi, noi avremo 216 a 140 pel rapporto ancora più preciso dell' intero raffreddamento dello smeriglio, e del bismuto.

5.° Che il tempo del raffreddamento dello smeriglio a quello del raffreddamento dell' antimonio, al grado di poterli tenere in mano, è per l'esperienza presente : : $15\frac{1}{2}$: 6, e : : $71\frac{1}{2}$: $33\frac{1}{2}$, per le precedenti sperienze (*articolo XVI.*); così, unendo questi tempi, noi avremo 87 a $39\frac{1}{2}$ per lo rapporto più preciso del loro primo raffreddamento, e pel secondo, il rapporto avuto per l'esperienza presente essendo : : 47 : 29, e per l'esperienze precedenti (*articolo XVI.*) : : 219 : 126, si avrà, unendo questi tempi, 266 a 155 pel rapporto ancora più preciso dell' intero raffreddamento dello smeriglio, e dell' antimonio.

6.° Che il tempo del raffreddamento del-

lo zinco è a quello del raffreddamento dell' argento, al ſegno di poterli tenere in mano : : $36\frac{1}{2}$: $32\frac{1}{2}$, e per l'intero loro raffreddamento : : 109 : 98.

7.° Che il tempo del raffreddamento dello zinco a quello del raffreddamento del piombo, al ſegno di poterli tenere in mano, è per la preſente ſperienza : : $12\frac{1}{2}$: $8\frac{1}{4}$, e per le precedenti ſperienze (*articolo XVI.*) : : $60\frac{1}{2}$: $41\frac{1}{2}$; così ſi avrà, unendo queſti tempi, 73 a $43\frac{3}{4}$ pel rapporto più preciſo del primo loro raffreddamento, e pel ſecondo, eſſendo il rapporto trovato per la ſperienza preſente : : 39 : 33, e per le ſperienze precedenti (*articolo XVI.*) : : 181 : 156, ſi avrà, unendo queſti tempi, 220 a 189 per lo rapporto ancora più preciſo dell' intero raffreddamento dello zinco, e del piombo.

8.° Che il tempo del raffreddamento dello zinco a quello del raffreddamento del biſmuto al grado di poterli tenere in mano, è ſecondo la preſente ſperienza : : $12\frac{1}{2}$: 7, e : : $48\frac{1}{2}$: $28\frac{1}{2}$, ſecondo le precedenti (*articolo XVI.*); così ſi avrà, unendo queſti tempi, 59 a $35\frac{1}{2}$, pel rapporto più preciſo del primo loro raffreddamento, e

pel

pel secondo, il rapporto trovato per la sperienza presente, essendo : : 39 : 31, e : : 137 : 109 per le sperienze precedenti (*articolo XVI.*); s'avrà, unendo questi tempi, 176 a 140 pel rapporto ancora più preciso dell'intero raffreddamento dello zinco, e del bismuto.

9.° Che il tempo del raffreddamento dello zinco è a quello del raffreddamento dell' antimonio, al segno di poterli tenere in mano, è : : $12\frac{1}{2}$: 6 per la sperienza presente, e : : $60\frac{1}{2}$: $33\frac{1}{2}$ per le precedenti sperienze (*articolo XVI.*); quindi s'avrà, unendo questi tempi, 73 a $39\frac{1}{2}$ pel rapporto più preciso del primo loro raffreddamento; e pel secondo, il rapporto trovato per la sperienza presente, essendo : : 39 : 29, e : : 181 : 126 per le sperienze precedenti (*articolo XVI.*); s'avrà, unendo questi tempi, 220 a 155 pel rapporto più preciso dell' intero raffreddamento dello zinco, e dell' antimonio.

10.° Che il tempo del raffreddamento dell' argento a quello del raffreddamento del piombo, al segno di poterli tenere in mano, è : : $32\frac{1}{2}$: $23\frac{1}{4}$, e : : 98 : 90 per l'intero loro raffreddamento.

11.° Che il tempo del raffreddamento dell' argento a quello del raffreddamento del bis-

ſmuto, al ſegno di poterli tenere in mano, è : : $32\frac{1}{2}$: $20\frac{1}{2}$, e : : 98 : 97 pel loro intero raffreddamento.

12.° Che il tempo del raffreddamento dell' argento a quello del raffreddamento dell' antimonio, al ſegno di poterli tenere in mano, è : : $32\frac{1}{2}$: $18\frac{1}{2}$, e : : 98 : 75 per l'intero loro raffreddamento.

13.° Che il tempo del raffreddamento del piombo a quello del raffreddamento del biſmuto, al ſegno di poterli tenere in mano, è : : $8\frac{1}{4}$: 7 per la ſperienza preſente, e : : 32 : $28\frac{1}{2}$ per le precedenti ſperienze (*articolo XVI.*); s'avrà, unendo queſti tempi, $40\frac{1}{2}$ a $35\frac{1}{2}$ pel più preciſo rapporto del loro raffreddamento; e pel ſecondo, riſultando dalla ſperienza preſente : : 34 : 31, e : : 117 : 109 per le ſperienze precedenti (*articolo XVI.*); s'avrà, unendo queſti tempi, 141 a 140 pel rapporto ancora più preciſo dell' intero raffreddamento del piombo, e del biſmuto.

14.° Che il tempo del raffreddamento del piombo a quello del raffreddamento dell' antimonio, al ſegno di poterli tenere in mano, è per la ſperienza preſente : : $8\frac{1}{4}$: 6, e per le precedenti ſperienze (*articolo XVI.*) : : $41\frac{1}{2}$: $33\frac{1}{2}$; quindi s'avrà,,

unendo questi tempi, $49\frac{1}{4}$ a $39\frac{1}{2}$ pel rapporto più preciso del primo loro raffreddamento; e pel secondo, risultando dalla sperienza presente : : 34 : 29, e : : 156 : 126 per le sperienze precedenti (*articolo XVI.*); s'avrà, unendo questi tempi, 190 a 155 pel rapporto ancora più preciso dell' intero raffreddamento del piombo, e dell' antimonio.

15.° Che il tempo del raffreddamento del bismuto è a quello del raffreddamento dell' antimonio, al segno di poterli tenere in mano : : 7 : 6 per la sperienza presente, e : : $28\frac{1}{2}$: 26 per le precedenti sperienze (*articolo XVI.*); quindi s'avrà, unendo questi tempi, $35\frac{1}{2}$: 32 pel rapporto più preciso del primo loro raffreddamento; e pel secondo, risultando dalla sperienza presente : : 31 : 29, e : : 109 : 98 per le sperienze precedenti (*articolo XVI.*); s'avrà, unendo questi tempi, 140 a 127 pel rapporto ancora più preciso dell' intero raffreddamento del bismuto, e dell' antimonio.

XVIII.

Essendosi messa nel medesimo forno una palla di vetro, una nuova palla di stagno, una di rame, ed una di ferro per farne il primo paragone, elleno si sono raffreddate nell' ordine seguente.

Raffreddate al segno di poterle soffrire in mano per un mezzo secondo.	minuti	*Raffreddate all' attuale temperatura.*	minuti
Stagno, in ———	8.	In —————	27.
Vetro, in ———	8 $\frac{1}{2}$	In —————	22.
Rame, in ———	14.	In —————	42.
Ferro, in ———	16.	In —————	50.

XIX.

La medesima sperienza s'è ripetuta, e le palle raffreddarono nell' ordine seguente.

Raffreddate al segno di poterle soffrire in mano per un mezzo secondo.	minuti	*Raffreddate all' attuale temperatura.*	minuti
Stagno, in ———	7 $\frac{1}{2}$	In —————	21.
Vetro, in ———	8.	In —————	23.
Rame, in ———	12.	In —————	36.
Ferro, in ———	15.	In —————	47.

XX.

In una terza sperienza, le palle riscaldate in un tempo alquanto più lungo, ma ad un calore un poco minore raffreddarono nell' ordine seguente.

Raffreddate al segno di poterle soffrire in mano per un mezzo secondo.	minuti	*Raffreddate all' attuale temperatura.*	minuti
Stagno, in ———	8 $\frac{1}{2}$	In —————	22.
Vetro, in ———	9.	In —————	24.
Rame, in ———	15.	In —————	43.
Ferro, in ———	17.	In —————	46.

XXI.

In una quarta sperienza, le medesime palle scaldate a un fuoco più ardente raffreddarono nell' ordine seguente.

Raffreddate a poterle tener in mano per un mezzo secondo.	minuti	*Raffreddate all' attuale temperatura.*	minuti
Stagno, in ———	$8\frac{1}{2}$	In ———	25.
Vetro, in ———	9.	In ———	25.
Rame, in ———	$11\frac{1}{2}$	In ———	35.
Ferro, in ———	14.	In ———	43.

Da queste sperienze ripetute quattro volte risulta:

1.° Che il tempo del raffreddamento del ferro a quello del raffreddamento del rame, al segno di poterli tenere in mano, è secondo le sperienze presenti : : *62* : $52\frac{1}{2}$, e secondo le precedenti (*articolo XI.*) : : *99* : $85\frac{1}{2}$; quindi s'avrà, unendo questi tempi, *161* a 138 pel rapporto più preciso del primo loro raffreddamento; e pel secondo, il rapporto trovato per le sperienze presenti, essendo : : 186 : 156, e per le precedenti (*art. XI.*) : : 280 : 249, unendo questi tempi, *466* a 405 pel rapporto ancora più preciso dell' intero raffreddamento del ferro, e del rame.

2.° Che il tempo del raffreddamento del ferro a quello del raffreddamento del vetro, a segno di poterli tenere in mano, è

: : 62 : 34 $\frac{1}{2}$, e : : 186 : 97 per l'intero loro raffreddamento.

3.° Che il tempo del raffreddamento del ferro a quello del raffreddamento dello ftagno, fino a poterli tenere in mano, è per le fperienze prefenti : : 62 : 32 $\frac{1}{2}$, è per le precedenti (*artic. XI.*) : : 69 $\frac{1}{2}$: 32; quindi s'avrà, unendo quefti tempi, 131 $\frac{1}{2}$ a 64 $\frac{1}{2}$ pel rapporto più precifo del primo loro raffreddamento; e pel fecondo, rifultando dalle fperienze prefenti : : 186 : 92, e dalle precedenti (*art. XI.*) : : 274 : 134; s'avrà, unendo quefti tempi, 460 a 226 pel rapporto ancora più precifo dell' intero raffreddamento del ferro, e dello ftagno.

4.° Che il tempo del raffreddamento del rame a quello del raffreddamento del vetro, fino a poterli tenere in mano, è : : 51 $\frac{1}{2}$: 34 $\frac{1}{2}$, e per riguardo all' intero raffreddamento : : 157 : 97.

5.° Che il tempo del raffreddamento del rame a quello del raffreddamento dello ftagno al grado di poterli tenere in mano, è per le prefenti fperienze : : 52 $\frac{1}{2}$: 32 $\frac{1}{2}$, e per le precedenti (*articolo XI.*) : : 84 : 43 $\frac{1}{2}$; quindi s'avrà, unendo quefti tempi,

$136\frac{1}{2}$ a 76 pel rapporto preciso del primo loro raffreddamento; e pel secondo, il rapporto trovato per le sperienze presenti, essendo : : 157 : 92, e per le sperienze precedenti (*artic. XI.*) : : 247 : 132; s'avrà, unendo questi tempi, 304 a 224 pel rapporto ancora più preciso dell'intero raffreddamento del rame, e dello stagno.

6.° Che il tempo del raffreddamento del vetro a quello del raffreddamento dello stagno, fino a poterli tenere in mano; è : : $24\frac{1}{2}$: $32\frac{1}{2}$, e : : 97 : 92 pel loro intero raffreddamento.

XXII.

Avendo fatte scaldare insieme le palle d'oro, di vetro, di porcellana, di gesso, e di pietra arenosa, elleno raffreddarono nell' ordine seguente.

Raffreddate a poterle tener in mano per un mezzo secondo.	minuti	*Raffreddate all' attuale temperatura.*	minut
Gesso, in ———	5.	in ———	14.
Porcellana, in ——	$8\frac{1}{2}$	in ———	25.
Vetro, in ———	9.	in ———	26.
Pietra arenosa ——	10.	in ———	32.
Oro, in ———	$14\frac{1}{2}$	in ———	45.

XXIII.

Essendosi ripetuta la medesima sperienza sulle stesse palle, raffreddaronsi nell' ordine seguente.

Raffreddate a poterle tener in mano per un mezzo secondo.	minuti	*Raffreddate all' attuale temperatura.*	minuti
Geſſo, in	4.	In	13.
Porcellana, in	7.	In	22.
Vetro, in	9 ½	In	24.
Pietra arenoſa, in	9 ½	In	33.
Oro, in	13 ½	In	41.

XXIV.

S' è replicata la ſteſſa ſperienza, e le palle ſi ſono raffreddate nell' ordine ſeguente.

Raffreddate a poterle tener in mano per un mezzo secondo.	minuti	*Raffreddate all' attuale temperatura.*	minuti
Geſſo, in	2 ½	In	12.
Porcellana, in	5 ½	In	19.
Vetro, in	8 ½	In	20.
Pietra arenoſa, in	8 ½	In	25.
Oro, in	10.	In	32.

Da queſte tre ſperienze ſi rileva:

1.° Che il tempo del raffreddamento dell' oro a quello del raffreddamento della pietra arenoſa, fino a poterli tenere in mano, è : : 38 : 28, e : : 118 : 90 pel loro intero raffreddamento.

2.° Che il tempo del raffreddamento dell' oro a quello del raffreddamento del vetro,

a segno di poterli tenere in mano, è : : 38 : 27, e : : 118 : 70 pel loro intero raffreddamento.

3.° Che il tempo del raffreddamento dell' oro a quello del raffreddamento della porcellana, fino a poterli tenere in mano, è : : 38 : 21, e : : 118 : *66* pel loro intero raffreddamento.

4.° Che il tempo del raffreddamento dell' oro a quello del raffreddamento del gesso, al segno di poterli tenere in mano, è : : 38 : $12\frac{1}{2}$, e : : 118 : 39 pel loro intero raffreddamento.

5.° Che il tempo del raffreddamento della pietra arenosa a quello del raffreddamento del vetro, fino a poterli tenere in mano, è : : $28\frac{1}{2}$: 27, e : : 90 : 70 pel loro intero raffreddamento:

6.° Che il tempo del raffreddamento della pietra arenosa a quello del raffreddamento della porcellana, fino a poterli tenere in mano, è : : $28\frac{1}{2}$: 21, e : : 90 : *66* pel loro intero raffreddamento.

7.° Che il tempo del raffreddamento della pietra arenosa a quello del raffreddamento del gesso, fino a poterli tenere in mano, è : : $28\frac{1}{2}$: $12\frac{1}{2}$, e : : 90 : 39 pel loro intero raffreddamento

8.° Che il tempo del raffreddamento del vetro a quello del raffreddamento della porcellana, al segno di poterli tenere in mano, è : : 27 : 21, e : : 70 : 66 pel loro intero raffreddamento.

9.° Che il tempo del raffreddamento del vetro a quello del raffreddamento del gesso, al segno di poterli tenere in mano, è : : 27 : 12 $\frac{1}{2}$, e : : 70 : 39 pel loro intero raffreddamento.

10.° Che il tempo del raffreddamento della porcellana a quello del raffreddamento del gesso, fino a poterli tenere in mano, è : : 21 : 12 $\frac{1}{2}$, e : : 66 : 39.

XXV.

Noi abbiamo parimente fatto scaldare le palle d'argento, di marmo comune, di pietra dura, di marmo bianco, e di pietra calcarea tenera d'Anieres presso a Dijon.

Raffreddate a poterle tener in mano per un mezzo secondo. minuti	*Raffreddate all'attuale temperatura.* minuti
Pietra calcarea tenera, in ——— 8.	In ——— 25.
Pietra dura, in — 10.	In ——— 34.
Marmo comune, in 11.	In ——— 35.
Marmo bianco, in 12.	In ——— 36.
Argento, in ——— 13 $\frac{1}{2}$	In ——— 40.

XXVI.

Ripetutasi la stessa sperienza, le palle raffreddarono nell'.ordine seguente.

Raffreddate a poterle tener in mano per un mezzo secondo.	minuti	Raffreddate all' attuale temperatura.	minuti
Pietra calcarea tenera, in	9.	In	27.
Pietra calcarea dura, in	11.	In	37.
Marmo comune, in	13.	In	40.
Marmo bianco, in	14.	In	40.
Argento, in	16.	In	43.

XXVII.

Ripetutasi la medesima sperienza, le palle raffreddarono nell' ordine seguente.

Raffreddate a poterle tener in mano per un mezzo secondo.	minuti	Raffreddate all' attuale temperatura.	minuti
Pietra calcarea tenera, in	9.	In	26.
Pietra calcarea dura, in	$10 \frac{1}{2}$	In	36.
Marmo comune, in	$12 \frac{1}{2}$	In	38.
Marmo bianco, in	$13 \frac{1}{2}$	In	39.
Argento, in	16.	In	42.

Da queste tre sperienze, risulta:

1.° Che il tempo del raffreddamento dell' argento a quello del raffreddamento del marmo bianco, fino a poterli tenere in mano, è : : 45 $\frac{1}{2}$: 39 $\frac{1}{2}$, e : : 125 : 115 pel loro intero raffreddamento.

2.° Che il tempo del raffreddamento dell' argento a quello del raffreddamento del marmo comune, al segno di poterli tenere in mano, è : : 45 $\frac{1}{2}$: 36, e : : 125 : 113 pel loro intero raffreddamento.

3.° Che il tempo del raffreddamento dell' argento a quello del raffreddamento della pietra dura, al segno di poterli tenere in mano, è : : 45 $\frac{1}{2}$: 31 $\frac{1}{2}$, e : : 125 : 107 pel loro intero raffreddamento.

4.° Che il tempo del raffreddamento dell' argento a quello del raffreddamento della pietra tenera, al segno di poterli tenere in mano, è : : 45 $\frac{1}{2}$: 26, e : : 125 : 78 pel loro intero raffreddamento.

5.° Che il tempo del raffreddamento del marmo bianco a quello del raffreddamento del marmo comune, al segno di poterli tenere in mano, è : : 39 $\frac{1}{2}$: 36, e : : 115 : 113 pel loro intero raffreddamento.

6.° Che il tempo del raffreddamento del marmo bianco a quello del raffreddamento

della pietra dura, al segno di poterli tenere in mano, è : : 39 $\frac{1}{2}$: 31 $\frac{1}{2}$, e : : 115 : 107 pel loro intero raffreddamento.

7.° Che il tempo del raffreddamento del marmo bianco a quello del raffreddamento della pietra tenera, al segno di poterli tenere in mano, è : : 39 $\frac{1}{2}$: 26, e : : 115 : 78 pel loro intero raffreddamento.

8.° Che il tempo del raffreddamento del marmo comune è a quello del raffreddamento della pietra dura, al segno di poterli tenere in mano : : 36 : 31 $\frac{1}{2}$, e : : 113 : 109 pel loro intero raffreddamento.

9.° Che il tempo del raffreddamento del marmo comune a quello del raffreddamento della pietra tenera, al segno di poterli tenere in mano, è : : 36 : 26, e : : 113 : 78 pel loro intero raffreddamento.

10.° Che il tempo del raffreddamento della pietra dura a quello del raffreddamento della pietra tenera, al segno di poterli tenere in mano, è : : 31 $\frac{1}{2}$: 26, e : : 107 : 78 pel loro intero raffreddamento.

XXVIII.

Abbiamo messo nello stesso forno bene scaldato, alcune palle d'oro, di marmo bianco, di marmo comune, di pietra dura,

e di pietra tenera, le quali raffreddaronsi nell' ordine seguente.

Raffreddate a poterle tener in mano per un mezzo secondo. minuti	*Raffreddate all' attuale temperatura.* minuti
Pietra calcarea tenera, in ——— 9.	In ——— 29.
Marmo comune, in 11 $\frac{1}{2}$	In ——— 35.
Pietra dura, in — 11 $\frac{1}{2}$	In ——— 35.
Marmo bianco, in 13.	In ——— 35.
Oro, in ——— 15 $\frac{1}{2}$	In ——— 45.

XXIX.

Ripetutasi la medesima sperienza ad un calore minore, le palle raffreddarono nell' ordine seguente.

Raffreddate a poterle tener in mano per un mezzo secondo. minuti	*Raffreddate all' attuale temperatura.* minuti
Pietra calcarea tenera, in ——— 6.	In ——— 19.
Pietra dura, in — 8.	In ——— 25.
Marmo comune, in 9 $\frac{1}{2}$	In ——— 26.
Marmo bianco, in 10.	In ——— 29.
Oro, in ——— 12.	In ——— 37.

XXX.

Essendosi ripetuta per la terza volta la stessa sperienza, le palle scaldate con fuoco più ardente raffreddarono nell'ordine seguente.

Raffreddate a poterle tener in mano per un mezzo secondo.		*Raffreddate all' attuale temperatura.*	
	minuti		minuti
Pietra tenera, in —	7.	In ———————	20.
Pietra dura, in —	8.	In ———————	24.
Marmo comune, in	$8\frac{1}{2}$	In ———————	20.
Marmo bianco, in	9.	In ———————	28.
Oro, in ———	12.	In ———————	35.

Da queste tre sperienze, risulta:

1.° Che il tempo del raffreddamento dell' oro a quello del raffreddamento del marmo bianco, al segno di poterli tenere in mano, è $:: 39\frac{1}{2} : 32$, e $:: 117 : 92$ pel loro intero raffreddamento.

2.° Che il tempo del raffreddamento dell' oro a quello del raffreddamento del marmo comune, al segno di poterli tenere in mano, è $:: 39\frac{1}{2} : 29\frac{1}{2}$, e $:: 117 : 87$ pel loro intero raffreddamento.

3.° Che il tempo del raffreddamento dell' oro a quello del raffreddamento della pietra dura, al segno di poterli tenere in mano, è $:: 39\frac{1}{2} : 27\frac{1}{2}$, e $:: 117 : 86$ pel loro intero raffreddamento.

4.° Che il tempo del raffreddamento dell' oro a quello del raffreddamento della pietra tenera, fino a poterli tenere in mano, è : : $39\frac{1}{2}$: 22, e : : 117 : 68 pel loro intero raffreddamento.

5.° Che il tempo del raffreddamento del marmo bianco a quello del raffreddamento del marmo comune, fino a poterli tenere in mano, è : : 32 : 29, e : : 92 : 87 per l'intero loro raffreddamento.

6.° Che il tempo del raffreddamento del marmo bianco a quello del raffreddamento della pietra dura, fino a poterli tenere in mano, è : : 32 : $27\frac{1}{2}$, e : : 92 : 84 pel loro intero raffreddamento.

7.° Che il tempo del raffreddamento del marmo bianco a quello del raffreddamento della pietra tenera, fino a poterli tenere in mano, è : : 32 : 22, e : : 92 : 68 per l'intero loro raffreddamento.

8.° Che il tempo del raffreddamento del marmo comune a quello del raffreddamento della pietra dura, fino a poterli tenere in mano, è : : 29 : $27\frac{1}{2}$, e : : 87 : 84 per l'intero loro raffreddamento.

9.° Che il tempo del raffreddamento del marmo comune a quello del raffreddamento della pietra tenera, fino a poterli tenere in mano, è : : 29 : 22, e : : 87 : 68

pel loro intero raffreddamento.

10.° Che il tempo del raffreddamento della pietra dura a quello del raffreddamento della pietra tenera, fino a poterle tenere in mano, è : : $27\frac{1}{2}$: 22, e : : 84 : 68 per l'intero loro raffreddamento.

XXXI.

Si sono messe nel medesimo forno le palle d'argento, di pietra arenosa, di vetro, di porcellana, e di gesso, e queste raffreddarono nell' ordine seguente.

Raffreddate a poterle tener in mano per un mezzo secondo.		*Raffreddate all' attuale temperatura.*	
	minuti		minuti
Gesso, in ———	3.	In ———————	14.
Porcellana, in ——	$6\frac{1}{2}$	In ———————	17.
Vetro, in ———	$8\frac{1}{4}$	In ———————	20.
Pietra arenosa, in –	9.	In ———————	27.
Argento, in ——.–	$12\frac{1}{2}$	In ———————	35.

XXXII.

Ripetutasi la stessa sperienza, le palle scaldate ad un calore minore, si sono raffreddate nell' ordine seguente.

Raffreddate a poterle tener in mano per un mezzo secondo. minuti		*Raffreddate all' attuale temperatura.* minuti	
Gesso, in ——	3.	In ——	13.
Porcellana, in ——	7.	In ——	19.
Vetro, in ——	8 ½	In ——	22.
Pietra arenosa, in –	9 ½	In ——	26.
Argento, in ——	12.	In ——	34.

XXXIII.

Avendo ripetuta per la terza volta la stessa sperienza, le palle raffreddarono nell' ordine seguente.

Raffreddate a poterle tener in mano per un mezzo secondo. minuti		*Raffreddate all' attuale temperatura.* minuti	
Gesso, in ——	3.	In ——	12.
Porcellana, in ——	6.	In ——	17.
Vetro, in ——	7 ¼	In ——	20.
Pietra arenosa, in –	8	In ——	27.
Argento, in ——	11 ½	In ——	34.

Da queste tre sperienze, risulta:

1.° Che il tempo del raffreddamento dell' argento a quello del raffreddamento della pietra arenosa, fino a poterli soffrir in mano, è : : 36 : 26 ½, e : : 103 : 80 pel loro intero raffreddamento.

2.° Che il tempo del raffreddamento dell' argento a quello del raffreddamento del vetro, al segno di poterli tenere in mano, è : : 36 : 25, e : : 103 : 62 pel loro intero raffreddamento.

3.° Che il tempo del raffreddamento dell' argento a quello del raffreddamento della porcellana, al segno di poterli tenere in mano, è : : 36 : 20, e : : 103 : 54 pel loro intero raffreddamento.

4.° Che il tempo del raffreddamento dell' argento a quello del raffreddamento del gesso, al segno di poterli tenere in mano, è : : 36 : 9, e : : 103 : 39 pel loro intero raffreddamento.

5.° Che il tempo del raffreddamento della pietra arenosa è a quello del raffreddamento del vetro, al segno di soffrirli : : $26\frac{1}{3}$: 25 per le presenti esperienze, e : : $28\frac{1}{2}$: 27 per l'esperienze precedenti (*art.XXIV.*); quindi si avrà, unendo questi tempi, 55 à 52 pel rapporto ancor più preciso del loro primo raffreddamento; e pel secondo, il rapporto avuto dalle presenti esperienze, essendo : : 80 : 62, e : : 90 : 70 per le esperienze precedenti (*articolo XXIV.*); si avrà, unendo questi tempi, 170 a 132 pel rapporto ancora più preciso dell' intero raffreddamento della pietra arenosa, e del vetro.

6.° Che il tempo del raffreddamento della pietra arenosa è a quello del raffreddamento della porcellana, al segno di soffrirli : : $26\frac{1}{2}$: $19\frac{1}{2}$ per le presenti esperienze, e : : $28\frac{1}{2}$: 21 per l'esperienze precedenti (*articolo XXIV.*); e quindi si avrà, unendo questi tempi, 55 a $40\frac{1}{2}$ pel rapporto ancor più preciso del primo loro raffreddamento; e pel secondo, il rapporto avuto dalle presenti esperienze, essendo : : 80 : 54, e : : 90 : 66 per le esperienze precedenti (*articolo XXIV.*); si avrà, unendo questi tempi, 270 a 120 pel rapporto ancora più preciso dell' intero raffreddamento della pietra arenosa, e della porcellana.

7.° Che il tempo del raffreddamento della pietra arenosa è a quello del raffreddamento del gesso, al segno di soffrirli : : $26\frac{1}{2}$: 9 per le sperienze presenti, e : : $28\frac{1}{2}$: $12\frac{1}{2}$ per l'esperienze precedenti (*articolo XXIV*); onde si avrà, unendo questi tempi, 55 a $21\frac{1}{2}$ pel rapporto più preciso del primo loro raffreddamento; e pel secondo, il rapporto avuto dalla presente esperienza, essendo : : 88 : 39, e : : 90 : 36 per le sperienze precedenti (*articolo XXIV.*); si avrà, unendo questi tempi, 170 a 78 pel rapporto ancor più preciso dell' intero raffred-

damento della pietra arenosa, e del gesso.

8.° Che il tempo del raffreddamento del vetro è a quello del raffreddamento della porcellana, al segno di soffrirli : : 25 : 19 per le presenti esperienze, e : : 27 : 21 per le esperienze precedenti (*artic. XXIV.*); onde, unendo questi tempi, si avrà 52 a 40 $\frac{1}{2}$ pel rapporto più preciso del loro primo raffreddamento; e pel secondo, il rapporto avuto dalle sperienze presenti, essendo : : 62 : 51, e : : 70 : 66 dalle sperienze precedenti (*articolo XXIV.*), si avrà, unendo questi tempi, 132 a 117 pel rapporto ancor più preciso dell' intero raffreddamento del vetro, e della porcellana.

9.° Che il tempo del raffreddamento del vetro è a quello del raffreddamento del gesso, al segno di soffrirli : : 25 : 9 per le presenti esperienze, e : : 27 : 12 $\frac{1}{2}$ per l'esperienze precedenti (*artic. XXIV.*); quindi si avrà, unendo questi tempi, 52 a 21 $\frac{1}{2}$ pel rapporto ancor più preciso del loro primo raffreddamento; e pel secondo; il rapporto avuto dalle presenti esperienze, essendo : : 72 : 39, e : : 70 : 39 per le esperienze precedenti (*articolo XXIV.*); si avrà, unendo questi tempi, 132 a 78 pel rapporto ancor più preciso dell' intero raffreddamento del vetro, e del gesso.

10.° Che il tempo del raffreddamento della porcellana è a quello del raffreddamento del gesso, al segno di soffrirli : : $19\frac{1}{2}$: 9 per le presenti esperienze, e : : 21 : $12\frac{1}{2}$ per le esperienze precedenti (*artic. XXIV.*); quindi si avrà, unendo questi tempi, $40\frac{1}{2}$ a $21\frac{1}{2}$ pel rapporto più preciso del loro primo raffreddamento; e pel secondo, il rapporto avuto dall'esperienza presente, essendo : : 54 : 39, e per le esperienze precedenti (*articolo XXIV.*) : : 66 : 39; si avrà, unendo questi tempi, 120 a 78 pel rapporto ancor più preciso dell'intero raffreddamento della porcellana, e del gesso.

XXXIV.

Poste nel medesimo forno le palle d'oro, di creta bianca, d'ocra, e di argilla, sonosi raffreddate nell'ordine seguente.

Raffreddate a poterle tener in mano per un minuto secondo.	minuti	*Raffreddate all' attuale temperatura.*	minuti
Creta, in ———	6.	In ———	15.
Ocra, in ———	$6\frac{1}{2}$	In ———	16.
Argilla, in ———	7.	In ———	18.
Oro, in ———	12.	In ———	36.

XXXV.

Rinovatasi la medesima sperienza colle stesse palle, e con una palla di piombo,

il loro raffreddamento seguì nell' ordine seguente.

Raffreddate a poterle tener in mano per un mezzo secondo.	minuti	*Raffreddate all' attuale temperatura.*	minuti
Creta, in ———	4.	In ———	11.
Ocra, in ———	5.	In ———	13.
Argilla, in ———	5 $\frac{1}{2}$	In ———	15.
Piombo, in ———	7.	In ———	18.
Oro, in ———	9 $\frac{1}{2}$	In ———	29.

Da queste due sperienze, risulta:

1.° Che il tempo del raffreddamento dell' oro è a quello del raffreddamento del piombo, al segno di soffrirli : : 9 $\frac{1}{2}$: 7 per l'esperienza presente, e : : 38 : 24 per le esperienze precedenti (*articolo XVI.*); quindi si avrà, unendo questi tempi, 47 $\frac{1}{2}$ a 31 pel rapporto più preciso del loro primo raffreddamento; e pel secondo, il rapporto avuto dall' esperienza presente, essendo : : 29 : 18, e : : 1.5 : 90 per le esperienze precedenti (*articolo XVI.*); si avrà, unendo questi tempi, 144 a 108 pel rapporto ancor più preciso dell' intero raffreddamento dell' oro, e del piombo.

2.° Che il tempo del raffreddamento dell' oro è a quello del raffreddamento dell' argilla, al segno di soffrirli : : 21 $\frac{1}{2}$: 12 $\frac{1}{2}$.

e : : 65 : 33 pel loro intero raffreddamento.

3.° Che il tempo del raffreddamento dell'oro è a quello del raffreddamento dell'ocra, al segno di soffrirli : : 21 $\frac{1}{2}$: 11 $\frac{1}{2}$, e : : 65 : 29 pel loro intero raffreddamento.

4.° Che il tempo del raffreddamento dell'oro è a quello del raffreddamento della creta, al segno di poterli soffrire : : 21 $\frac{1}{2}$: 10, e : : 67 : 26 pel loro intero raffreddamento.

5.° Che il tempo del raffreddamento del piombo è a quello del raffreddamento dell'argilla, al segno di poterli soffrire : : 7 : 5 $\frac{1}{2}$, e : : 18 : 15 pel loro intero raffreddamento.

6.° Che il tempo del raffreddamento del piombo è a quello del raffreddamento dell'ocra, al segno di poterli soffrire : : 7 : 5, e : : 18 : 13 pel loro intero raffreddamento.

7.° Che il tempo del raffreddemento del piombo è a quello del raffreddamento della creta, al segno di soffrirli : : 7 : 4, e : : 18 : 11 pel loro intero raffreddamento.

8.° Che il tempo del raffreddamento dell'argilla è a quello del raffreddamento dell'ocra, al segno di poterli soffrire : : 12 $\frac{1}{2}$: 11 $\frac{1}{2}$, e : : 33 : 29 pel loro intero raffreddamento.

9.° Che

9.° Che il tempo del raffreddamento dell' argilla è a quello del raffreddamento della creta, al segno di poterle soffrire : : 12 $\frac{1}{2}$: 10, e : : 33 : 26 pel loro intero raffreddamento.

10.° Che il tempo del raffreddamento dell' ocra è a quello del raffreddamento della creta, al segno di poterle soffrire : : 11 $\frac{1}{2}$: 10, e : : 29 : 26 pel loro intero raffreddamento.

XXXVI.

Si sono messe nel medesimo forno le palle di ferro, d'argento, di gesso, di pietra pomice, e di legno, a un grado però di calor minore per non far abbruciare il legno, ed elleno raffreddarono nell' ordine seguente.

Raffreddate a poterle tener in mano per un mezzo secondo.	minuti	*Raffreddate all' attuale temperatura.*	minuti
Pietra pomice, in	2.	In	5.
Legno, in	2.	In	6.
Gesso, in	2 $\frac{1}{2}$	In	11.
Argento, in	10.	In	35.
Ferro, in	13.	In	40.

XXXVII.

Rinnovatasi la medesima sperienza a un minor calore, le palle raffreddarono nell' ordine seguente.

Raffreddate a poterle tener in mano per un mezzo secondo.	minuti	*Raffreddate all' attuale temperatura.*	minuti
Pietra pomice. in —	$1\frac{1}{2}$	In ———	4.
Legno, in ———	2.	In ———	5.
Gesso, in ———	$2\frac{1}{2}$	In ———	9.
Argento, in ———	7	In ———	24.
Ferro, in ———	$8\frac{1}{2}$	In ———	31.

Da queste sperienze, risulta:

1.° Che il tempo del raffreddamento del ferro è a quello del raffreddamento dell' argento, al segno di poterli soffrire : : $21\frac{1}{2}$: 17 per le sperienze presenti, e : : $45\frac{1}{2}$: 34 per le sperienze precedenti (*artic.XI*); quindi si avrà, unendo questi tempi, 67 a 51 pel rapporto più preciso del loro primo raffreddamento; e pel secondo, il rapporto avuto dalle sperienze presenti, essendo : : 71 : 59, e : : 138 : 97 per le sperienze precedenti (*articolo XI.*); si avrà, unendo questi tempi, 209 a 156 pel rapporto ancora più preciso dell' intero raffreddamento del ferro, e dell' argento.

2.° Che il tempo del raffreddamento del ferro è a quello del raffreddamento del gesso, al segno di poterli soffrire : : $21\frac{1}{2}$: 5, e : : 71 : 20 pel loro intero raffreddamento.

3.° Che il tempo del raffreddamento del ferro è a quello del raffreddamento del legno, al segno di poterli soffrire : : $21\frac{1}{2}$: 4, e : : 71 : 11 pel loro intero raffreddamento.

4.° Che il tempo del raffreddamento del ferro è a quello del raffreddamento della pietra pomice, al segno di soffrirli : : $21\frac{1}{2}$: $3\frac{1}{2}$, e : : 71 : 9 pel loro intero raffreddamento.

5.° Che il tempo del raffreddamento dell' argento è a quello del raffreddamento del gesso, al segno di soffrirli : : 17 : 5, e : : 59 : 30 pel loro intero raffreddamento.

6.° Che il tempo del raffreddamento dell' argento è a quello del raffreddamento del legno, al segno di poterli soffrire : : 17 : 4, e : : 59 : 11 pel loro intero raffreddamento.

7.° Che il tempo del raffreddamento dell' argento è a quello del raffreddamento della pietra pomice, al segno di poterli soffrire : : 17 : $3\frac{1}{2}$, e : : 59 : 9 pel loro intero raffreddamento.

8.° Che il tempo del raffreddamento del gesso è a quello del raffreddamento del legno, al segno di poterle soffrire : : 5 : 4, e : : 20 : 11 pel loro intero raffreddamento.

9.° Che il tempo del raffreddamento dell

gesso è a quello del raffreddamento della pietra pomice, al segno di poterli soffrire : : 5 : 3 $\frac{1}{2}$, e : : 20 : 9 pel loro intero raffreddamento.

10.° Che il tempo del raffreddamento del legno è a quello del raffreddamento della pietra pomice, al segno di soffrirli : : 4 : 3 $\frac{1}{2}$, e : : 11 : 9 pel loro intero raffreddamento.

XXXVIII.

Avendo fatte scaldare insieme le palle d'oro, d'argento, di pietra tenera, e di gesso, elleno raffreddarono nell'ordine seguente.

Raffreddate a poterle tener in mano per un mezzo secondo. minuti	*Raffreddate all'attuale temperatura.* minuti
Gesso, in ——— 4 $\frac{1}{2}$	In ——— 14.
Pietra tenera, in – 12	In ——— 27.
Argento, in ——— 16.	In ——— 42.
Oro, in ——— 18.	In ——— 47.

Da questa sperienza, risulta:

1.° Che il tempo del raffreddamento dell' oro è a quello del raffreddamento dell' argento, al segno di poterli soffrire : : 18 : 16 per l'esperienza presente; e : : 62 : 55 per le sperienze precedenti (*articolo XV.*); quindi si avrà, unendo questi tempi, 98 a 71 pel rapporto più preciso del loro primo raffreddamento; e pel secondo, il rapporto

avuto dall' esperienza presente, essendo : : 35 : 42, e : : 187 : 159 per le sperienze precedenti (*articolo XV.*); si avrà, unendo questi tempi, 234 a 201 pel rapporto ancora più preciso dell' intero raffreddamento dell' oro, e dell' argento.

2.° Che il tempo del raffreddamento dell' oro è a quello del raffreddamento della pietra tenera, al segno di soffrirli : : 18 : 12, e : : $39\frac{1}{2}$: 23 per le sperienze precedenti (*articolo XXX.*); quindi si avrà, unendo questi tempi, $57\frac{1}{2}$ a 35 pel rapporto più preciso del primo loro raffreddamento; e pel secondo, il rapporto avuto dall' esperienza presente, essendo : : 47 : 27, e per le sperienze precedenti (*art. XXX.*) : : 117 : 68; si avrà, unendo questi tempi, 164 a 95 pel rapporto ancora più preciso dell' intero raffreddamento dell' oro, e della pietra tenera.

3.° Che il tempo del raffreddamento dell' oro è a quello del raffreddamento del gesso, al segno di soffrirli : : 18 : $4\frac{1}{2}$, e : : 38 : $12\frac{1}{2}$ per le sperienze precedenti (*articolo XXIV.*); quindi si avrà, unendo questi tempi, 56 a 17 pel rapporto più preciso del primo loro raffreddamento; e pel secondo, il rapporto avuto dalla sperienza presente, essendo : : 47 : 14, e : : 118

: 39 per le precedenti ſperienze (*art.XXIV.*); ſi avrà, unendo queſti tempi, 165 a 53 pel rapporto ancor più preciſo del loro intero raffreddamento.

4.° Che il tempo del raffreddamento dell' argento è a quello del raffreddamento della pietra tenera, al ſegno di ſoffrirli ; : 16 : 12 per la preſente ſperienza, e : : 45 $\frac{1}{2}$: 26 per le ſperienze precedenti (*articolo XXVII.*); onde s' avrà, unendo queſti tempi, 61 $\frac{1}{2}$ a 38 pel rapporto più preciſo del loro intero raffreddamento; e pel ſecondo, il rapporto avuto dalla preſente ſperienza, eſſendo : : 42 : 27, e : : 125 : 78 per le ſperienze precedenti (*articolo XXVII.*); s'avrà, unendo queſti tempi, 167 a 105 pel rapporto ancor più preciſo dell' intero raffreddamento dell' argento, e della pietra tenera.

5.° Che il tempo del raffreddamento dell' argento è a quello del raffreddamento del geſſo, al ſegno di poterli ſoffrire : : 16 : 4 $\frac{1}{2}$ per la preſente ſperienza, e : : 17 : 5 per le ſperienze precedenti (*articolo XXXVI.*); quindi ſi avrà, unendo queſti tempi, 33 a 9 $\frac{1}{2}$ pel rapporto più preciſo del loro primo raffreddamento; e pel ſecondo, il rapporto avuto dalla ſperienza preſente, eſſen-

do : : 42 : 14, e : : 59 : 20 per le precedenti sperienze (*articolo XXXVI.*); s'avrà, unendo questi tempi, 101 a 34 pel rapporto ancor più preciso dell' intero raffreddamento dell' argento e del gesso.

6.° Che il tempo del raffreddamento della pietra tenera è a quello del raffreddamento del gesso, al segno di poterli soffrire : : 12 : $4\frac{1}{2}$, e : : 72 : 14 pel loro intero raffreddamento.

XXXIX.

Avendo fatte scaldare per venti minuti, cioè, per un tempo pressochè doppio di quello, in cui si tenevano ordinariamente le palle al fuoco, il quale non eccedeva comunemente i dieci minuti, le palle di ferro, di rame, di vetro, di piombo, e di stagno, elleno raffreddaronsi nell' ordine seguente.

Raffreddate a poterle tener in mano per un mezzo secondo. minuti	*Raffreddate all' attuale temperatura.* minuti
Stagno, in ——— 10.	In ——— 25.
Piombo, in ——— 11.	In ——— 30.
Vetro, in ——— 12.	In ——— 35.
Rame, in ——— $16\frac{1}{2}$	In ——— 44.
Ferro, in ——— $20\frac{1}{2}$	In ——— 50.

Da questa ſperienza, ch'è ſtata fatta colla precauzion più grande, riſulta:

1.° Che il tempo del raffreddamento del ferro è a quello del raffreddamento del rame, al ſegno di poterli tener in mano : : 20 $\frac{1}{2}$: 16 $\frac{1}{2}$ per la preſente eſperienza, e : : 161 : 138 per le ſperienze precedenti (*articolo XXI.*); onde ſi avrà, unendo queſti tempi, 181 $\frac{1}{2}$ a 154 $\frac{1}{2}$ pel rapporto più preciſo del loro primo raffreddamento; e pel ſecondo, il rapporto trovato per l'eſperienza preſente, eſſendo : : 50 : 44, e : : 466 : 405 per le ſperienze precedenti (*articolo XXI.*); ſi avrà, unendo queſti tempi, 516 a 449 per lo rapporto ancor più preciſo dell'intero raffreddamento del ferro, e del rame.

2.° Che il tempo del raffreddamento del ferro è a quello del raffreddamento del vetro, al ſegno di poterli tener in mano : : 20 $\frac{1}{2}$: 12 per la ſperienza precedente, e : : 62 : 35 $\frac{1}{2}$ per le ſperienze precedenti (*articolo XXI.*); onde ſi avrà, unendo queſti tempi, 82 $\frac{1}{2}$ a 46 pel rapporto più preciſo del loro primo raffreddamento; e per lo ſecondo, il rapporto trovato per l'eſperienza preſente, eſſendo : : 50 : 35, e : : 186 : 97 per le precedenti eſperienze

(*articolo XXI.*); si avrà, unendo questi tempi, 236 a 132 pel rapporto ancor più preciso dell' intero raffreddamento del ferro, e del vetro.

3.° Che il tempo del raffreddamento del ferro è a quello del raffreddamento del piombo, al segno di poterli tener in mano :: 20 $\frac{1}{2}$: 11 per la sperienza presente, e :: 53 $\frac{1}{2}$: 27 $\frac{1}{2}$ per le sperienze precedenti (*articolo IV.*); onde si avrà, unendo questi tempi, 74 a 38 pel rapporto più preciso del primo loro raffreddamento; e pel secondo, il rapporto trovato per l'esperienza presente, essendo :: 50 : 30, e :: 142 : 94 $\frac{1}{2}$ per le sperienze precedenti (*art. IV.*); s'avrà, unendo questi tempi, 192 a 124 $\frac{1}{2}$ pel rapporto ancor più preciso dell' intero raffreddamento del ferro, e del piombo.

4.° Che il tempo del raffreddamento del ferro è a quello del raffreddamento dello stagno, al segno di poterli tener in mano :: 20 $\frac{1}{2}$: 10, e :: 131 : 64 $\frac{1}{2}$ per le sperienze precedenti (*art. XXI.*); onde s'avrà, unendo questi tempi, 152 a 74 $\frac{1}{2}$ pel rapporto più preciso del primo loro raffreddamento; e pel secondo, il rapporto trovato per l'esperienza presente, essendo :: 50 : 25, e :: 460 : 226 per le sperienze pre-

cedenti (*articolo XXI.*); si avrà, unendo questi tempi, 510 a 251 per lo rapporto ancor più preciso dell' intero raffreddamento del ferro, e dello stagno.

5.° Che il tempo del raffreddamento del rame è a quello del raffreddamento del vetro, al segno di soffrirli :: $16\frac{1}{2}$: 12 per la sperienza presente, e :: $52\frac{1}{2}$: $34\frac{1}{2}$ per le sperienze precedenti (*articolo XXI.*); onde si avrà, unendo questi tempi, 69 a 46 pel rapporto più preciso del loro primo raffreddamento; e per lo secondo il rapporto trovato per l' esperienza presente, essendo :: 44 : 35; e :: 157 : 97 per le sperienze precedenti (*artic. XXI.*); si avrà, unendo questi tempi, 201 a 132 per lo rapporto ancora più preciso dell' intero raffreddamento del rame, e del vetro.

6.° Che il tempo del raffreddamento del rame è a quello del raffreddamento del piombo, al segno di tenerli in mano :: $16\frac{1}{2}$: 11 per l' esperienza presente, e :: 45 : 27 per le sperienze precedenti (*articolo V.*); onde si avrà, unendo questi tempi, $61\frac{1}{2}$ a 38 per lo rapporto più preciso del primo loro raffreddamento; e per lo secondo, il rapporto trovato per l' esperienza presente, essendo :: 44 : 30, e :: 125 : $94\frac{1}{2}$ per le sperienze precedenti (*art.V.*);

si avrà, unendo questi tempi, 169 a $124\frac{1}{2}$ pel rapporto ancor più preciso dell' intero raffreddamento del rame, e del piombo.

7.° Che il tempo del raffreddamento del rame è a quello del raffreddamento dello stagno, al segno di tenerli in mano :: $16\frac{1}{2}$: 10 per l'esperienza presente, e :: $136\frac{1}{2}$: 76 per le sperienze precedenti (*art.XXI.*); onde si avrà, unendo questi tempi, 153 a 86 pel rapporto più preciso del loro primo raffreddamento; e pel secondo, il rapporto trovato per l'esperienza presente, essendo :: 44 : 25, e :: 304 : 224 per le sperienze precedenti (*articolo XXI.*); si avrà, unendo questi tempi, 348 a 249 per lo rapporto ancor più preciso dell' intero raffreddamento del rame, e dello stagno.

8.° Che il tempo del raffreddamento del vetro è a quello del raffreddamento del piombo, al segno di poterli tener in mano :: 12 : 11, e :: 35 : 30 per l'intero loro raffreddamento.

9.° Che il tempo del raffreddamento del vetro è a quello del raffreddamento dello stagno, al segno di tenerli in mano :: 12 : 10 per l'esperienza presente, e :: $34\frac{1}{2}$: $32\frac{1}{2}$ per le sperienze precedenti (*art.XXI.*); onde si avrà, unendo questi tempi, 46 a

42 $\frac{1}{2}$ pel rapporto più preciso del primo loro raffreddamento; e pel secondo, il rapporto trovato per questa sperienza, essendo :: 35 : 25, e :: 97 : 92 per le sperienze precedenti (*articolo XXI.*); si avrà, unendo questi tempi, 132 a 117 pel rapporto ancora più preciso dell' intero raffreddamento del piombo, e dello stagno.

10.° Che il tempo del raffreddamento del piombo è a quello del raffreddamento dello stagno, al segno di tenerli in mano :: 11 : 10 per la sperienza presente, e :: 25 $\frac{1}{2}$: 21 $\frac{1}{2}$ per le sperienze precedenti (*art.VIII.*); onde si avrà, unendo questi tempi, 36 $\frac{1}{2}$ a 31 $\frac{1}{2}$ pel rapporto più preciso del loro primo raffreddamento; e pel secondo, il rapporto trovato per l' esperienza presente, essendo :: 30 : 25, e :: 79 $\frac{1}{2}$: 64 per le sperienze precedenti (*articolo VIII.*); si avrà, unendo questi tempi, 109 $\frac{1}{2}$ a 89 pel rapporto ancor più preciso dell' intero raffreddamento del piombo, e dello stagno.

XL.

Avendo messe a scaldare insieme le palle di rame, di zinco, di bismuto, di stagno, e d' antimonio, elleno raffreddaronsi nell' ordine seguente.

Raffreddate a poterle tener in mano per un mezzo secondo. minuti		*Raffreddate all' attuale temperatura.* minuti
Antimonio, in —— 8.	In ————	24.
Bismuto, in —— 8.	In ————	23.
Stagno, in —— 8 $\frac{1}{2}$	In ————	25.
Zinco, in —— 12.	In ————	30.
Rame, in —— 14.	In ————	40.

XLI.

Ripetutasi la stessa sperienza, le palle raffreddaronsi nell' ordine seguente.

Raffreddate a poterle tener in mano per un minuto secondo. minuti		*Raffreddate all' attuale temperatura.* minuti
Antimonio, in —— 8.	In ————	23.
Bismuto, in —— 8.	In ————	24.
Stagno, in —— 9 $\frac{1}{2}$	In ————	25.
Zinco, in —— 12.	In ————	38.
Rame, in —— 14.	In ————	40.

Da queste due sperienze, risulta:

1.° Che il tempo del raffreddamento del rame è a quello del raffreddamento dello zinco, al segno di tenerli in mano :: 28 : 24, e :: 80 : 68 per l'intero loro raffreddamento.

2.° Che il tempo del raffreddamento del rame è a quello del raffreddamento dello stagno, al segno di tenerli in mano :: 28 : 18 per le sperienze presenti, e :: 153

: 86 per le precedenti sperienze (*articolo XXXIX.*); onde si avrà, unendo questi tempi, 181 a 104 pel rapporto più preciso del primo loro raffreddamento; e pel secondo, il rapporto trovato dall' esperienza presente, essendo :: 80 : 47, e :: 348 : 249 per le sperienze precedenti (*articolo XXXIX.*); si avrà, unendo questi tempi, 428 a 296 per lo rapporto più preciso dell' intero raffreddamento del rame, e dello stagno.

3.° Che il tempo del raffreddamento del rame è a quello del raffreddamento dell' antimonio, al segno di poterli tener in mano :: 28 : 16, e :: 80 : 47 per l'intero loro raffreddamento.

4.° Che il tempo del raffreddamento del rame è a quello del raffreddamento del bismuto, al segno di tenerli in mano :: 28 : 16, e :: 80 : 47 per l'intero loro raffreddamento.

5.° Che il tempo del raffreddamento dello zinco è a quello del raffreddamento dello stagno, al segno di tenerli in mano :: 24 : 18, e :: 68 : 47 per l'intero loro raffreddamento.

6.° Che il tempo del raffreddamento dello zinco è a quello del raffreddamento dell' antimonio, al segno di tenerli in mano :: 24 : 16 per le sperienze presenti, e :: 73 : 39½ per le sperienze precedenti (*articolo XVII.*);

onde si avrà, unendo questi tempi, 97 a $55\frac{1}{2}$ per lo rapporto più preciso del loro primo raffreddamento; e pel secondo, il rapporto trovato per le sperienze presenti, essendo :: 68 : 47, e :: 220 : 155 per le precedenti sperienze (*articolo XVII.*); si avrà, unendo questi tempi, 288 a 292 pel rapporto più preciso dell' intero raffreddamento dello zinco, e dell' antimonio.

7.° Che il tempo del raffreddamento dello zinco è a quello del raffreddamento del bismuto, al segno di poterli tener in mano :: 24 : 16, e :: 59 : $35\frac{1}{2}$ per le sperienze precedenti (*articolo XVII.*); onde si avrà, unendo questi tempi, 83 a $51\frac{1}{2}$ pel rapporto ancor più preciso del primo loro raffreddamento; e pel secondo, il rapporto trovato per l'esperienza presente, essendo :: 68 : 47, e :: 176 : 140 per le sperienze precedenti (*articolo XVII.*); si avrà, unendo questi tempi, 244 a 187 pel rapporto ancora più preciso dell' intero raffreddamento dello zinco, e del bismuto.

8.° Che il tempo del raffreddamento dello stagno è a quello del raffreddamento dell' antimonio, al segno di tenerli in mano :: 18 : 16, e :: 50 : 47 per l'intero loro raffreddamento.

9.° Che il tempo del raffreddamento dello

ſtagno è a quello del raffreddamento del biſmuto, al ſegno di tenerli in mano : : 18 : 16, e : : 50 : 47 per l'intero loro raffreddamento.

10.° Che il tempo del raffreddamento del biſmuto è a quello del raffreddamento dell' antimonio, al ſegno di poterli tener in mano : : 16 : 16 per la ſperienza preſente, e : : $35\frac{1}{2}$: 32 per le ſperienze precedenti (*articolo XVII.*); onde ſi avrà, unendo queſti tempi, $51\frac{1}{2}$: 48 per lo rapporto più preciſo del primo loro raffreddamento; e per lo ſecondo, il rapporto trovato per la ſperienza preſente, eſſendo : : 47 : 47, e : : 140 : 127 per l'eſperienze precedenti (*articolo XVII.*); ſi avrà, unendo queſti tempi, 187 a 174 per lo rapporto ancora più preciſo dell' intero raffreddamento del biſmuto, e dell' antimonio.

XLII.

Avendo fatte ſcaldare inſieme le palle d'oro, d'argento, di ferro, di ſmeriglio, e di pietra dura, elleno raffreddaronſi nell' ordine ſeguente.

Raffreddate al segno di poterle soffrire in mano per un mezzo secondo. minuti		*Raffreddate all' attuale temperatura.* minuti	
Pietra calcarea dura, in	$11\frac{1}{4}$	In	32.
Argento, in	13.	In	37.
Oro, in	14.	In	40.
Smeriglio, in	$15\frac{1}{2}$	In	46.
Ferro, in	17.	In	51.

Da questa sperienza, risulta:

1.° Che il tempo del raffreddamento del ferro è a quello del raffreddamento dello smeriglio, al segno di poterli tener in mano : : 17 : $15\frac{1}{2}$, e : : 51 : 46 per l'intero loro raffreddamento.

2.° Che il tempo del raffreddamento del ferro è a quello del raffreddamento dell' oro, al segno di poterli tener in mano : : 17 : 14 per l'esperienza presente, e : : $45\frac{1}{2}$: 37 per le sperienze precedenti (*articolo XI.*); onde si avrà, unendo questi tempi, $62\frac{1}{2}$ a 51 pel rapporto più preciso del primo loro raffreddamento; e pel secondo, il rapporto trovato per l'esperienza presente, essendo : : 51 : 40, e : : 138 : 114 per le sperienze precedenti (*art.XI.*); si avrà, unendo questi tempi, 189 a 154 pel rapporto ancora più preciso dell' intero

raffreddamento del ferro, e dell' oro.

3.° Che il tempo del raffreddamento del ferro è a quello del raffreddamento dell' argento, al segno di tenerli in mano : : 17 : 13 per l'esperienza presente, e : : 67 : 51 per le sperienze precedenti (*articolo XXXVII.*); quindi si avrà, unendo questi tempi, 84 a 64 pel più preciso rapporto del loro primo raffreddamento; e pel secondo, il rapporto trovato per l'esperienza presente, essendo : : 51 : 37, e : : 209 : 156 per le sperienze precedenti (*articolo XXXVII.*); si avrà, unendo questi tempi, 260 a 193 per lo rapporto ancora più preciso dell' intero raffreddamento del ferro, e dell' argento.

4.° Che il tempo del raffreddamento del ferro è a quello del raffreddamento della pietra dura, al segno di soffrirli : : 17 : 11 $\frac{1}{4}$, e : : 51 : 52 per l'intero loro raffreddamento.

5.° Che il tempo del raffreddamento dello smeriglio è a quello del raffreddamento dell' oro, al segno di poterli tener in mano : : 15 $\frac{1}{2}$: 14 per l'esperienza presente, e : : 44 : 38 per le sperienze precedenti (*articolo XVI.*); onde si avrà, unendo questi tempi, 59 $\frac{1}{2}$ a 52 per lo rapporto ancora più preciso del primo loro raffredda-

mento; e pel secondo, il rapporto trovato per l'esperienza presente, essendo : : 46 : 40, e : : 131 : 115 per le sperienze precedenti (*artic. XVI.*); si avrà, unendo questi tempi, 177 a 115 pel rapporto ancor più preciso dell' intero raffreddamento dello smeriglio, e dell' oro.

6.° Che il tempo del raffreddamento dello smeriglio è a quello del raffreddamento dell' argento, al segno di poterli tener in mano : : $15\frac{1}{2}$: 13 per l'esperienza presente, e : : 43 : $32\frac{1}{2}$ per le sperienze precedenti (*articolo XVII.*); onde si avrà, unendo questi tempi, $58\frac{1}{2}$ a $45\frac{1}{2}$ pel rapporto più preciso del primo raffreddamento dello smeriglio, e dell' argento; e pel secondo, il rapporto trovato per l'esperienza presente, essendo : : 46 : 37, e : : 125 : 98 per le sperienze precedenti (*articolo XVII.*); si avrà, unendo questi tempi, 171 a 135 pel rapporto ancora più preciso del loro intero raffreddamento.

7.° Che il tempo del raffreddamento dello smeriglio è a quello del raffreddamento della pietra dura, al segno di tenerli in mano : : $15\frac{1}{2}$: 12, e : : 46 : 32 per l'intero loro raffreddamento.

8.° Che il tempo del raffreddamento dell' oro è a quello del raffreddamento dell' ar-

gento, al ſegno di tenerli in mano : : 14 : 13 per l'eſperienza preſente, e : : 80 : 71 per le ſperienze precedenti (*articolo XXXVIII.*); quindi ſi avrà, unendo queſti tempi, 94 a 84 per lo rapporto ancora più preciſo del primo loro raffreddamento; e per lo ſecondo, il rapporto trovato per l'eſperienza preſente, eſſendo : : 40 : 37, e : : 234 : 201 per le ſperienze precedenti (*articolo XXXVIII.*); ſi avrà, unendo queſti tempi, 274 a 238 pel rapporto ancora più preciſo dell' intero raffreddamento dell' oro, e dell' argento.

9.° Che il tempo del raffreddamento dell' oro è a quello del raffreddamento della pietra dura, al ſegno di tenerli in mano : : 14 : 12 per l'eſperienza preſente, e : : $39\frac{1}{2}$: $27\frac{1}{2}$ per le ſperienze precedenti (*articolo XXX.*); onde ſi avrà, unendo queſti tempi, $53\frac{1}{2}$ a $39\frac{1}{2}$ per lo rapporto più preciſo del loro primo raffreddamento; e pel ſecondo, il rapporto trovato per l'eſperienza preſente, eſſendo : : 40 : 32, e : : 117 : 86 per le ſperienze precedenti (*articolo XXX.*); ſi avrà, unendo queſti tempi, 157 a 118 per lo rapporto ancor più preciſo dell' intero raffreddamento dell' oro, e della pietra dura.

10.° Che il tempo del raffreddamento dell' argento è a quello del raffreddamento della

pietra dura, al segno di poterli tener in mano : : 13 : 12 per l'esperienza presente, e : : 45 $\frac{1}{2}$: 31 $\frac{1}{2}$ per le sperienze precedenti (*articolo XXVII.*); onde, unendo questi tempi, si avrà 58 $\frac{1}{2}$ a 43 $\frac{1}{2}$ pel rapporto ancora più preciso del loro primo raffreddamento; e pel secondo, il rapporto trovato per l'esperienza presente, essendo : : 37 : 32, e : : 125 : 107 per le sperienze precedenti (*artic. XXVIII.*); si avrà, unendo questi tempi, 162 a 139 per lo rapporto ancora più preciso dell'intero raffreddamento dell'argento, e della pietra dura.

XLIII.

Avendo fatte scaldare insieme le palle di piombo, di ferro, di marmo bianco, di pietra arenosa, di pietra tenera, elleno raffreddaronsi nell'ordine seguente.

Raffreddate al segno di poterle tener in mano per un mezzo secondo. minuti	*Raffreddate all'attuale temperatura.* minuti
Pietra calcarea tenera, in ——— 6 $\frac{1}{2}$	In ——————— 20.
Piombo, in ——— 8.	In ——————— 29.
Pietra arenosa, in 8 $\frac{1}{2}$	In ——————— 29.
Marmo bianco, in 10 $\frac{1}{2}$	In ——————— 29.
Ferro, in ——— 15.	In ——————— 43.

XLIV.

Ripetutasi la stessa sperienza, le palle raffreddaronsi nell' ordine seguente :

	Raffreddate al segno di poterle tener in mano per un mezzo secondo. minuti	*Raffreddate all' attuale temperatura.* minuti
Pietra calcarea tenera, in	7.	In 21.
Piombo, in	8.	In 28.
Pietra arenosa, in	$8\frac{1}{2}$	In 28.
Marmo bianco, in	$10\frac{1}{2}$	In 30.
Ferro, in	16.	In 45.

Da queste due sperienze, risulta:

1.° Che il tempo del raffreddamento del ferro è a quello del raffreddamento del marmo bianco, al segno di tenerli in mano : : 31 : 21, e : : 88 : 59 per l'intero loro raffreddamento.

2.° Che il tempo del raffreddamento del ferro è a quello del raffreddamento della pietra arenosa, al segno di tenerli in mano : : 31 : 17 per l'esperienza presente, e : : $53\frac{1}{2}$: 32 per le sperienze precedenti (*articolo IV.*); onde si avrà, unendo questi tempi, $84\frac{1}{2}$ a 49 pel rapporto più preciso del loro primo raffreddamento; e pel secondo, il rapporto trovato per la sperien-

za presente, essendo : : 88 : 57, e : : 142 : 102 $\frac{1}{2}$ per le sperienze precedenti (*articolo IV.*); si avrà, unendo questi tempi, 230 a 159 $\frac{1}{2}$ per lo rapporto ancor più preciso dell' intero raffreddamento del ferro, e della pietra arenosa.

3.° Che il tempo del raffreddamento del ferro è a quello del raffreddamento del piombo, al segno di poterle tener in mano : : 31 : 16 per le sperienze presenti, e : : 74 : 38 per le sperienze precedenti (*articolo XXXIX.*); onde si avrà, unendo questi tempi, 105 a 54 pel rapporto ancora più preciso del loro primo raffreddamento; e per lo secondo, il rapporto trovato per le sperienze presenti, essendo : : 98 : 57, e : : 192 : 124 $\frac{1}{2}$ per le sperienze precedenti (*articolo XXXIX.*); si avrà, unendo questi tempi, 280 a 181 $\frac{1}{2}$ pel rapporto ancor più preciso dell' intero raffreddamento del ferro, e del piombo.

4.° Che il tempo del raffreddamento del ferro è a quello del raffreddamento della pietra tenera, al segno di poterli tener in mano : : 31 : 13, e : : 88 : 41 per l'intero loro raffreddamento.

5.° Che il tempo del raffreddamento del marmo bianco è a quello del raffreddamento della pietra arenosa, al segno di tenerli

in mano : : 21 : 17 , e : : 59 : 57 per l'intero loro raffreddamento .

6.° Che il tempo del raffreddamento del marmo bianco è a quello del raffreddamento del piombo , al segno di tenerli in mano : : 21 : 16 , e : : 59 : 57 per l'intero loro raffreddamento .

7.° Che il tempo del raffreddamento del marmo bianco è a quello del raffreddamento della pietra calcarea tenera , al segno di tenerli in mano : : 21 : 13 $\frac{1}{2}$ per le sperienze presenti , e : : 32 : 23 per le precedenti (*artic. XXX.*) ; onde , unendo questi tempi , si avrà 53 a 36 $\frac{1}{2}$ pel rapporto più preciso del primo loro raffreddamento ; e pel secondo , il rapporto trovato per le sperienze presenti , essendo : : 59 : 41 , e : : 92 : 68 per le precedenti esperienze (*artic. XXX.*) ; si avrà , unendo questi tempi , 151 a 159 pel rapporto ancora più preciso dell'intero raffreddamento del marmo bianco , e della pietra calcarea tenera .

8.° Che il tempo del raffreddamento della pietra arenosa è a quello del raffreddamento del piombo , al segno di tenerli in mano : : 17 : 16 per le sperienze presenti , e : : 42 $\frac{1}{2}$: 35 $\frac{1}{2}$ per le precedenti sperienze (*articolo VIII.*) ; onde si avrà , unendo questi tempi , 59 $\frac{1}{2}$ a 51 $\frac{1}{2}$ per lo rapporto

porto più preciso del loro primo raffreddamento; e pel secondo, il rapporto trovato per le presenti sperienze, essendo : : 57 : 57, e 130 : 121 $\frac{1}{2}$ per le sperienze precedenti (*articolo VIII.*); si avrà, unendo questi tempi, 187 a 178 $\frac{1}{2}$ pel rapporto ancor più preciso dell' intero raffreddamento della pietra arenosa, e del piombo

9.° Che il tempo del raffreddamento della pietra arenosa è a quello del raffreddamento della pietra tenera, al segno di soffrirle : : 17 : 32 $\frac{1}{2}$, e : : 57 : 41 pel loro intero raffreddamento.

10.° Che il tempo del raffreddamento del piombo è a quello del raffreddamento della pietra tenera, al segno di soffrirli : : 16 : 13 $\frac{1}{2}$, e : : 57 : 41 pel loro intero raffreddamento.

X L V.

Avendo fatte scaldare insieme le palle di gesso, d'ocra, di creta, d'argilla, e di vetro, ecco l'ordine, nel quale elleno raffreddarono.

Raffreddate al segno di poterle tener in mano per un mezzo secondo.	minuti	*Raffreddate all' attuale temperatura.*	minuti
Gesso, in ———	$3\frac{1}{2}$	In ———	15.
Ocra, in ———	$5\frac{1}{2}$	In ———	16.
Creta, in ———	$5\frac{1}{2}$	In ———	16.
Argilla, in ———	7.	In ———	18.
Vetro, in ———	$8\frac{1}{2}$	In ———	24.

XLVI.

La medesima sperienza ripetutasi, le palle sonosi raffreddate nell' ordine seguente.

Raffreddate al segno di poterle soffrire in mano per un mezzo secondo.	minuti	*Raffreddate all' attuale temperatura.*	minuti
Gesso, in ———	$3\frac{1}{2}$	In ———	14.
Ocra, in ———	$5\frac{1}{2}$	In ———	16.
Creta, in ———	$5\frac{1}{2}$	In ———	16.
Argilla, in ———	$6\frac{1}{2}$	In ———	18.
Vetro, in ———	8.	In ———	22.

Da queste due sperienze, risulta:

1.° Che il tempo del raffreddamento del vetro è a quello del raffreddamento dell' argilla, al segno di soffrirli : : $16\frac{1}{2}$: $13\frac{1}{2}$, e : : 46 : 36 pel loro intero raffreddamento.

2.° Che il tempo del raffreddamento del vetro è a quello del raffreddamento della creta, al segno di soffrirli $16\frac{1}{2}$: 11, e : : 46 : 32 per l'intero loro raffreddamento.

3.° Che il tempo del raffreddamento del vetro è a quello del raffreddamento dell' ocra, al segno di soffrirli : : $16\frac{1}{2}$: 11, e : : 46 : 32 pel loro intero raffreddamento.

4.° Che il tempo del raffreddamento del vetro è a quello del raffreddamento del gesso, al segno di poterli soffrire : : $16\frac{1}{2}$: 7 per la sperienza presente, e : : 52 : $21\frac{1}{2}$ per le sperienze precedenti (*articolo XXXIII.*); onde si avrà, unendo questi tempi, $68\frac{1}{2}$ a $28\frac{1}{2}$ per lo rapporto più preciso del primo loro raffreddamento; e pel secondo, il rapporto trovato per le sperienze presenti, essendo : : 46 : 29, e : : 32 : 78 per le sperienze precedenti (*articolo XXXIII.*); si avrà, unendo questi tempi, 178 a 107 pel rapporto ancora più preciso dell' intero raffreddamento del vetro, e del gesso.

5.° Che il tempo del raffreddamento dell' argilla è a quello del raffreddamento della creta, al segno di soffrirle : : $13\frac{1}{2}$: 11

per l'esperienza presente, e : : 12 $\frac{1}{2}$: 10 per le sperienze precedenti (*artic. XXXV.*); onde si avrà, unendo questi tempi, 26 a 21 pel rapporto più preciso del primo loro raffreddamento; e pel secondo, il rapporto trovato per le sperienze presenti, essendo : : 36 : 32, e : : 33 : 26 per le sperienze precedenti (*articolo XXXV.*); si avrà, unendo questi tempi, 69 a 58 pel rapporto ancora più preciso dell' intero raffreddamento dell' argilla, e della creta.

6.° Che il tempo del raffreddamento dell' argilla è a quello del raffreddamento dell' ocra, al segno di soffrirle : : 13 $\frac{1}{2}$: 11 per le sperienze presenti, e : : 12 $\frac{1}{2}$: 11 $\frac{1}{2}$ per le sperienze precedenti (*articolo XXXV.*); onde si avrà, unendo questi tempi, 26 a 22 $\frac{1}{2}$ pel rapporto più preciso del loro primo raffreddamento; e pel secondo, il rapporto trovato per le sperienze presenti, essendo : : 36 : 32, e : : 33 : 29 per le sperienze precedenti (*articolo XXXV.*); si avrà, unendo questi tempi, 69 a 61 pel rapporto ancora più preciso dell' intero raffreddamento dell' argilla, e dell' ocra.

7.° Che il tempo del raffreddamento dell' argilla è a quello del raffreddamento del gesso, al segno di soffrirli : : 13 $\frac{1}{2}$: 17, e : : 36 : 29 pel loro intero raffreddamento.

8.° Che il tempo del raffreddamento della creta è a quello del raffreddamento dell' ocra, al segno di soffrirle : : 11 : 11 per le sperienze presenti, e : : 10 : 11 $\frac{1}{2}$ per le sperienze precedenti (*articolo XXXV.*); onde si avrà, unendo questi tempi, 21 a 22 $\frac{1}{2}$ per lo rapporto più preciso del primo loro raffreddamento; e pel secondo, il rapporto trovato per le sperienze presenti, essendo : : 32 : 32, e : : 26 : 29 per le sperienze precedenti (*articolo XXXV.*); si avrà, unendo questi tempi, 58 a 61 pel rapporto ancora più preciso dell' intero raffreddamento della creta, e dell' ocra.

9.° Che il tempo del raffreddamento della creta è a quello del raffreddamento del gesso, al segno di soffrirli : : 11 : 7, e : : 32 : 29 pel loro intero raffreddamento.

10.° Che il tempo del raffreddamento dell' ocra è a quello del raffreddamento del gesso, al segno di soffrirli : : 13 : 7, e : : 32 : 29 pel loro intero raffreddamento.

XLVII.

Avendo fatte scaldare insieme le palle di zinco, di stagno, d'antimonio, di pietra arenosa, e di marmo bianco, elleno sonosi raffreddate nell' ordine seguente.

Raffreddate a poterle tener in mano per un mezzo secondo.		*Raffreddate all' attuale temperatura.*	
	minuti		minuti
Antimonio, in ——	6	In ——————	16.
Stagno, in ———	$6 \frac{1}{2}$	In ——————	20.
Pietra arenosa, in –	8.	In ——————	26.
Marmo bianco, in –	$9 \frac{1}{2}$	In ——————	29.
Zinco, in ———	$11 \frac{1}{2}$	In ——————	35.

XLVIII.

Ripetutasi la stessa sperienza, le palle sonosi raffreddate nell' ordine seguente:

Raffreddate a poterle tener in mano per un mezzo secondo.		*Raffreddate all' attuale temperatura.*	
	minuti		minuti
Antimonio, in ——	5.	In ——————	13.
Stagno, in ———	6	In ——————	16.
Pietra arenosa, in –	7.	In ——————	21.
Marmo bianco, in –	8	In ——————	24.
Zinco, in ———	$9 \frac{1}{2}$	In ——————	30.

Da queste due sperienze, risulta:

1.° Che il tempo del raffreddamento dello zinco è a quello del raffreddamento del marmo bianco, al segno di soffrirli : : 21 : $17 \frac{1}{2}$, e : : 65 : 53 per l'intero loro raffreddamento.

2.° Che il tempo del raffreddamento dello

zinco è a quello del raffreddamento della pietra arenosa, al segno di soffrirli : : 21 : 15, e : : 65 : 47 pel loro intero raffreddamento.

3.° Che il tempo del raffreddamento dello zinco è a quello del raffreddamento dello stagno, al segno di soffrirli : : 21 : 12 $\frac{1}{2}$ per le sperienze presenti, e : : 24 : 18 per le sperienze precedenti (*articolo XLI.*); onde, unendo questi tempi, si avrà 45 a 30 $\frac{1}{2}$ pel rapporto ancora più preciso del primo loro raffreddamento; e pel secondo, il rapporto trovato per le sperienze presenti, essendo : : 65 : 36, e per le sperienze precedenti (*articolo XLI.*) : : 68 : 47; si avrà, unendo questi tempi, 133 a 83 per lo rapporto ancora più preciso dell' intero raffreddamento dello zinco, e dello stagno.

4.° Che il tempo del raffreddamento dello zinco è a quello del raffreddamento dell' antimonio, al segno di soffrirli : : 21 : 11 per le sperienze presenti, e : : 73 : 39 $\frac{1}{2}$ per le sperienze precedenti (*articolo XVII.*); onde, unendo questi tempi, si avrà 94 a 50 $\frac{1}{2}$ per lo rapporto più preciso del primo loro raffreddamento; e pel secondo, il rapporto trovato per le sperienze presenti, es-

ſendo : : 65 : 29, e : : 220 : 155 per le ſperienze precedenti (*articolo XVII.*); ſi avrà, unendo queſti tempi, 285 a 184 per lo rapporto ancora più preciſo dell' intero raffreddamento dello zinco, e dell' antimonio.

5.° Che il tempo del raffreddamento del marmo bianco è a quello del raffreddamento della pietra arenoſa, al ſegno di poterli ſoffrire : : 17 $\frac{1}{2}$: 15 per le ſperienze preſenti, e : : 21 : 17 per le ſperienze precedenti (*artic. XLIV.*); onde ſi avrà, unendo queſti tempi, 38 $\frac{1}{2}$ a 32 pel rapporto più preciſo del primo loro raffreddamento; e pel ſecondo, il rapporto trovato per le preſenti ſperienze, eſſendo : : 53 : 47, e : : 59 : 57 per le ſperienze precedenti (*articolo XLIV.*); ſi avrà, unendo queſti tempi, 112 a 104 pel rapporto ancora più preciſo dell' intero raffreddamento del marmo bianco, e della pietra arenoſa.

6.° Che il tempo del raffreddamento del marmo bianco è a quello del raffreddamento dello ſtagno, al ſegno di ſoffrirli : : 17 $\frac{1}{2}$: 12 $\frac{1}{2}$, e : : 53 : 36 per l'intero loro raffreddamento.

7.° Che il tempo del raffreddamento del marmo bianco è a quello del raffreddamento dell' antimonio, al ſegno di ſoffrirli : : 17 : 11, e : : 53 : 36 per l'intero loro raffreddamento.

8.° Che il tempo del raffreddamento della pietra arenosa è a quello del raffreddamento dello stagno, al segno di soffrirli : : 15 : 12 $\frac{1}{2}$ per le sperienze presenti, e : : 30 : 21 $\frac{1}{2}$ per le sperienze precedenti (*articolo VIII.*); onde s'avrà, unendo questi tempi, 45 a 34 pel rapporto più preciso del primo loro raffreddamento; e pel secondo, il rapporto trovato per le sperienze presenti, essendo : : 47 : 36, e : : 84 : 64 per le sperienze precedenti (*art.VIII.*); si avrà, unendo questi tempi, 131 a 100 pel rapporto ancor più preciso dell' intero raffreddamento della pietra arenosa, e dello stagno.

9.° Che il tempo del raffreddamento della pietra arenosa è a quello del raffreddamento dell' antimonio, al segno di soffrirli : : 15 : 11, e : : 47 : 29 per l'intero loro raffreddamento.

10.° Che il tempo del raffreddamento dello stagno è a quello del raffreddamento dell' antimonio, al segno di poterli soffrire : : 12 $\frac{1}{2}$: 11 per le sperienze presenti, e : : 18 : 16 per le sperienze precedenti (*articolo XL.*); onde s'avrà, unendo questi tempi, 30 $\frac{1}{2}$ a 27 per lo rapporto più preciso del primo loro raffreddamento; e pel secondo, il rapporto trovato per le sperienze

presenti, essendo : : 36 : 29, e : : 47 : 47 per le sperienze precedenti (*articolo XL.*); si avrà, unendo questi tempi, 83 a 76 pel rapporto ancor più preciso dell' intero raffreddamento dello stagno, e dell' antimonio.

XLIX.

Fattesi riscaldare insieme le palle di rame, di smeriglio, di bismuto, d' argilla, e d' ocra, sonosi raffreddate nell' ordine seguente.

Raffreddate a poterle tener in mano per un mezzo secondo.	minuti	*Raffreddate all' attuale temperatura.*	minuti
Ocra, in	6.	In	18.
Bismuto, in	7.	In	22.
Argilla, in	7	In	23.
Rame, in	13	In	36.
Smeriglio, in	15 ½	In	43.

L.

Ripetutasi la stessa sperienza, le palle sonosi raffreddate nell' ordine seguente.

Raffreddate a poterle tener in mano per un mezzo secondo.	minuti	*Raffreddate all' attuale temperatura.*	minuti
Ocra, in	5 ½	In	13.
Bismuto, in	6.	In	18.
Argilla, in	6.	In	19.
Rame, in	10.	In	30.
Smeriglio, in	11 ½	In	38.

Da queste due sperienze, risulta:

1.° Che il tempo del raffreddamento dello smeriglio è a quello del raffreddamento del rame, al segno di soffrirli : : 27 : 23, e : : 81 : 66 per l'intero loro raffrddda-mento.

2.° Che il tempo del raffreddamento dello smeriglio è a quello del raffreddamento dell' argilla, al segno di soffrirli : : 27 : 13, e : : 81 : 42 per l'intero loro raffreddamento.

3.° Che il tempo del raffreddamento dello smeriglio è a quello del raffreddamento del bismuto, al segno di soffrirli : : 27 : 13 per l'esperienze presenti, e : : 71 : 35 $\frac{11}{2}$ per le sperienze precedenti (*articolo XVII.*); onde s'avrà, unendo questi tempi, 98 a 48 $\frac{1}{2}$ per lo rapporto ancora più preciso del loro primo raffreddamento; e pel secondo, il rapporto trovato per le sperienze presenti, essendo : : 81 : 40, e : : 216 : 140 per le sperienze precedenti (*articolo XVII.*); si avrà, unendo questi tempi, 297 a 180 pel rapporto ancor più preciso dell' intero raffreddamento dello smeriglio, e del bismuto.

4.° Che il tempo del raffreddamento dello smeriglio è a quello del raffreddamento dell' ocra, al segno di soffrirli : : 27 : 11 $\frac{1}{2}$,

e : : 81 : 31 per l'intero loro raffreddamento.

5.° Che il tempo del raffreddamento del rame è a quello del raffreddamento dell' argilla, al segno di soffrirli : : 23 : 13, e : : *66* : 42 pel loro intero raffreddamento.

6.° Che il tempo del raffreddamento del rame è a quello del raffreddamento del bismuto, al segno di poterli soffrire : : 23 : 13 per le sperienze presenti, e : : 28 : 16 per le sperienze precedenti (*articolo XLI.*); onde si avrà, unendo questi tempi, 51 a 39 pel rapporto più preciso del loro primo raffreddamento; e pel secondo, il rapporto trovato per le sperienze presenti : : *66* : 40, e : : 80 : 47 per le sperienze precedenti (*articolo XLI.*); si avrà, unendo questi tempi, 146 a 87 per lo rapporto ancor più preciso dell' intero raffreddamento del rame, e del bismuto.

7.° Che il tempo del raffreddamento del rame è a quello del raffreddamento dell' ocra, al segno di soffrirli : : 33 : 11 $\frac{1}{2}$, e *66* : 31 per l'intero loro raffreddamento.

8.° Che il tempo del raffreddamento dell' argilla è a quello del raffreddamento del bismuto, al segno di poterli soffrire : : 13 : 13, e : : 42 : 41 per l'intero loro raffreddamento.

9.° Che il tempo del raffreddamento dell' argilla è a quello del raffreddamento dell' ocra, al segno di soffrirle : : 13 : 11 $\frac{1}{2}$ per le sperienze presenti, e : : 26 : 22 $\frac{1}{2}$ per le sperienze precedenti (*articolo XLVI.*); onde si avrà, unendo questi tempi, 39 a 34 pel rapporto più preciso del loro primo raffreddamento; e pel secondo, il rapporto trovato per le sperienze presenti, essendo : : 42 : 31, e : : 69 : 61 per le sperienze precedenti (*artic. XLVI.*); si avrà, unendo questi tempi, 111 a 92 pel rapporto ancor più preciso dell' intero raffreddamento dell' argilla, e dell' ocra.

10.° Che il tempo del raffreddamento del bismuto è a quello del raffreddamento dell' ocra, al segno di poterli soffrire : : 13 : 11 $\frac{1}{2}$, e : : 32 : 31 pel loro intero raffreddamento.

LI.

Avendo fatte scaldare insieme le palle di ferro, di zinco, di bismuto, d'argilla, e di creta, elleno sonosi raffreddate nell' ordine seguente.

Raffreddate a poterle tener in mano per un minuto secondo.	minuti	*Raffreddate all' attuale temperatura.*	minuti
Creta, in ———	$6 \frac{1}{2}$	In ———	18.
Bismuto, in ———	7.	In ———	19.
Argilla, in ———	8.	In ———	20.
Zinco, in ———	15.	In ———	25.
Ferro, in ———	19.	In ———	45.

LII.

Ripetutasi la stessa sperienza, le palle si sono raffreddate nell' ordine seguente.

Raffreddate a poterle tener in mano per un mezzo secondo.	minuti	*Raffreddate all' attuale temperatura.*	minuti
Creta, in ———	7.	In ———	20.
Bismuto, in ———	$7 \frac{1}{2}$	In ———	21.
Argilla, in ———	9.	In ———	24.
Zinco, in ———	16.	In ———	34.
Ferro, in ———	$21 \frac{1}{2}$	In ———	53.

Da queste due sperienze si può conchiudere:

1.° Che il tempo del raffreddamento del ferro è a quello del raffreddamento dello zinco, al segno di soffrirli : : $40 \frac{1}{2}$: 31, e : : 98 : 59 per l'intero loro raffreddamento.

2.° Che il tempo del raffreddamento del

ferro è a quello del raffreddamento del biſmuto, al ſegno di ſoffrirli : : $40\frac{1}{2}$: $14\frac{1}{2}$, e : : 98 : 40 pel loro intero raffreddamento.

3.° Che il tempo del raffreddamento del ferro è a quello del raffreddamento dell' argilla, al ſegno di ſoffrirli : : $40\frac{1}{2}$: 17, e : : 98 : 44 pel loro intero raffreddamento.

4.° Che il tempo del raffreddamento del ferro è a quello del raffreddamento della creta, al ſegno di ſoffrirli : : $40\frac{1}{2}$: $12\frac{1}{2}$, e : : 98 : 38 pel loro intero raffreddamento.

5.° Che il tempo del raffreddamento dello zinco è a quello del raffreddamento del biſmuto, al ſegno di ſoffrirli : : 31 : $14\frac{1}{2}$ per le ſperienze preſenti, e : : $34\frac{1}{2}$: $20\frac{1}{2}$ per le ſperienze precedenti (*articolo XV.*); onde ſi avrà, unendo queſti tempi, $65\frac{1}{2}$ a 35 per lo rapporto più preciſo del primo loro raffreddamento; e pel ſecondo, il rapporto trovato per le ſperienze preſenti, eſſendo : : 59 : 40, e : : 100 : 80 per le ſperienze precedenti (*articolo XV.*); ſi avrà, unendo queſti tempi, 159 a 120 pel rapporto ancor più preciſo dell' intero raffreddamento dello zinco, e del biſmuto.

6.° Che il tempo del raffreddamento dello zinco è a quello del raffreddamento dell' argilla, al segno di soffrirli : : 31 : 17, e : : 59 : 44 per l'intero loro raffreddamento.

7.° Che il tempo del raffreddamento dello zinco è a quello del raffreddamento della creta, al segno di soffrirli : : 31 : 12 $\frac{1}{2}$, e : : 59 : 38 pel loro intero raffreddamento.

8.° Che il tempo del raffreddamento del bismuto è a quello del raffreddamento dell' argilla, al segno di soffrirli : : 14 $\frac{1}{2}$: 17 per le sperienze presenti, e : : 13 : 13 per le sperienze precedenti (*articolo L.*); onde si avrà, unendo questi tempi, 27 $\frac{1}{2}$ a 30 pel più preciso rapporto del primo loro raffreddamento; e pel secondo, il rapporto trovato per le sperienze presenti, essendo : : 40 : 44, e : : 41 : 42 per le sperienze precedenti (*articolo L.*); si avrà, unendo questi tempi, 81 a 86 pel rapporto ancor più preciso dell' intero raffreddamento del bismuto, e dell' argilla.

9.° Che il tempo del raffreddamento del bismuto è a quello del raffreddamento della creta, al segno di soffrirli : : 14 $\frac{1}{2}$: 13 $\frac{1}{2}$, e : : 40 : 38 per l'intero loro raffreddamento.

10.° Che il tempo del raffreddamento dell'

argilla è a quello del raffreddamento della creta, al segno di soffrirle :: 17 : 13 $\frac{1}{2}$ per le sperienze presenti, e :: 26 : 21 per le sperienze precedenti (*artic. XLVI.*); onde si avrà, unendo questi tempi, 43 a 34 $\frac{1}{2}$ per lo rapporto più preciso del loro primo raffreddamento; e pel secondo, il rapporto trovato per le presenti esperienze, essendo :: 44 : 38, e :: 69 : 58 per le sperienze precedenti (*artic. XLVI.*); si avrà, unendo questi tempi, 113 a 96 per lo rapporto ancora più preciso dell' intero raffreddamento dell' argilla, e della creta.

LIII.

Avendo fatte scaldare insieme le palle di smeriglio, di vetro, di pietra calcarea dura, e di legno, elleno si sono raffreddate nell' ordine seguente.

Raffreddate al segno di poterle soffrire in mano per un mezzo secondo.	minuti	*Raffreddate all' attuale temperatura.*	minuti
Legno, in ———	2 $\frac{1}{2}$	In ———	15.
Vetro, in ———	9 $\frac{1}{2}$	In ———	28.
Pietra arenosa, in -	11.	In ———	34.
Pietra calcarea dura, in ———	12.	In ———	36.
Smeriglio, in ———	15.	In ———	47.

LIV.

Ripetutasi l'esperienza medesima, le palle sonosi raffreddate nell' ordine seguente.

Raffreddate a poterle tener in mano per un mezzo secondo.	minuti	*Raffreddate all' attuale temperatura.*	minuti
Legno, in ———	2.	In ———	13.
Vetro, in ———	$7\frac{1}{2}$	In ———	21.
Pietra arenosa, in –	8.	In ———	24.
Pietra dura, in ——	$8\frac{1}{2}$	In ———	26.
Smeriglio, in ———	14	In ———	42.

Da queste due sperienze, risulta:

1.° Che il tempo del raffreddamento dello smeriglio è a quello del raffreddamento della pietra dura, al segno di soffrirli :: 21 : $20\frac{1}{2}$ per le sperienze presenti, e :: $15\frac{1}{2}$: 12 per le sperienze precedenti (*art.XLII.*); onde, unendo questi tempi, s'avrà $44\frac{1}{2}$ a $32\frac{1}{2}$ pel rapporto più preciso del primo loro raffreddamento; e pel secondo, il rapporto trovato per l'esperienze presenti, essendo :: 89 : 62, e :: 46 : 32 per le sperienze precedenti (*artic. XLII.*); si avrà, unendo questi tempi, 135 a 94 per lo rapporto ancor più preciso dell' intero raffreddamento dello smeriglio, e della pietra dura.

2.° Che li tempo del raffreddamento dello smeriglio è a quello del raffreddamento

della pietra arenosa, al segno di soffrirli :: 29 : 19, e :: 89 : 58 per l'intero loro raffreddamento.

3.° Che il tempo del raffreddamento dello smeriglio è a quello del raffreddamento del vetro, al segno di soffrirli :: 29 : 17, e :: 89 : 49 per l'intero loro raffreddamento.

4.° Che il tempo del raffreddamento dello smeriglio è a quello del raffreddamento del legno, al segno di soffrirli :: 29 : 4 $\frac{1}{2}$, e :: 89 : 28 per l'intero loro raffreddamento.

5.° Che il tempo del raffreddamento della pietra dura è a quello del raffreddamento della pietra arenosa, al segno di soffrirle :: 20 $\frac{1}{2}$: 19, e :: 62 : 58 per l'intero loro raffreddamento.

6.° Che il tempo del raffreddamento della pietra dura è a quello del raffreddamento del vetro, al segno di soffrirli :: 20 $\frac{1}{2}$: 17, e :: 62 : 49 per l'intero loro raffreddamento.

7.° Che il tempo del raffreddamento della pietra dura è a quello del raffreddamento del legno, al segno di soffrirli :: 20 $\frac{1}{2}$: 4 $\frac{1}{2}$, e :: 62 : 28 per l'intero loro raffreddamento.

8.° Che il tempo del raffreddamento della

pietra arenosa è a quello del raffreddamento del vetro, al segno di soffrirli :: 19 : 17 per l'esperienze presenti, e :: 55 : 52 per le sperienze precedenti (*articolo XXXIII.*); onde si avrà, unendo questi tempi, 74 a 69 per lo rapporto più preciso del primo loro raffreddamento; e pel secondo, il rapporto trovato per le sperienze presenti, essendo :: 58 : 49, e :: 170 : 132 per le sperienze precedenti (*articolo XXXIII.*); si avrà, unendo questi tempi, 228 a 181 per lo rapporto ancora più preciso dell' intero raffreddamento della pietra arenosa, e del vetro.

9.° Che il tempo del raffreddamento della pietra arenosa è a quello del raffreddamento del legno, al segno di poterli soffrire :: 15 : 4 $\frac{1}{2}$, e :: 58 : 28 pel loro intero raffreddamento.

10.° Che il tempo del raffreddamento del vetro è a quello del raffreddamento del legno, al segno di soffrirli :: 17 : 4 $\frac{1}{2}$, e :: 49 : 28 pel loro intero raffreddamento.

L V.

Avendo fatte scaldare insieme le palle d'oro, di stagno, di smeriglio, di gesso, e di creta, elleno sonosi raffreddate nell' ordine seguente.

Raffreddate al segno di poterle soffrire in mano per un mezzo secondo. minuti	*Raffreddate all' attuale temperatura.* minuti
Gesso, in ——— 5.	In ——— 15.
Creta, in ——— 7 $\frac{1}{2}$	In ——— 21.
Stagno, in ——— 11 $\frac{1}{2}$	In ——— 30.
Oro, in ——— 16.	In ——— 41.
Smeriglio, in —— 20.	In ——— 49.

L V I.

Ripetutasi l'esperienza medesima, le palle sonosi raffreddate nell'ordine seguente.

Raffreddate al segno di poterle soffrire in mano per un mezzo secondo minuti	*Raffreddate all' attuale temperatura.* minuti
Gesso, in ——— 4	In ——— 13.
Pietra arenosa, in – 6 $\frac{1}{2}$	In ——— 18.
Stagno, in ——— 10.	In ——— 27.
Oro, in ——— 15.	In ——— 40.
Smeriglio ——— 18.	In ——— 46.

Da queste sperienze si può conchiudere:

1.° Che il tempo del raffreddamento dello smeriglio è a quello del raffreddamento dell' oro, al segno di poterli soffrire :: 38 : 31 per le sperienze presenti, e : : 59 $\frac{1}{2}$: 52 per le sperienze precedenti (*articolo XLII.*); onde si avrà, unendo questi tempi, 97 $\frac{1}{2}$

a 83 pel rapporto più preciſo del primo loro raffreddamento; e pel ſecondo, il rapporto trovato per le ſperienze preſenti, eſſendo : : 95 : 81, e : : 166 : 155 per le ſperienze precedenti (*artic.* XLII.); ſi avrà, unendo queſti tempi, 261 a 236 per lo rapporto ancor più preciſo dell' intero raffreddamento dello ſmeriglio, e dell' oro.

2.° Che il tempo del raffreddamento dello ſmeriglio è a quello del raffreddamento dello ſtagno, al ſegno di ſoffrirli :: 38 : 21½, e :: 95 : 57 pel loro intero raffreddamento.

3.° Che il tempo del raffreddamento dello ſmeriglio è a quello del raffreddamento della creta, al ſegno di ſoffrirli :: 38 : 14, e :: 95 : 39 pel loro intero raffreddamento.

4.° Che il tempo del raffreddamento dello ſmeriglio è a quello del raffreddamento del geſſo, al ſegno di ſoffrirli :: 38 : 9, e :: 95 : 28 per l'intero loro raffreddamento.

5.° Che il tempo del raffreddamento dell' oro è a quello del raffreddamento dello ſtagno, al ſegno di ſoffrirli :: 31 : 22 per le ſperienze preſenti, e :: 37 : 21 per le ſperienze precedenti (*articolo* XI.); onde ſi avrà, unendo queſti tempi, 68 a 43 per lo rapporto più preciſo del primo loro raf-

freddamento; e pel secondo, il rapporto trovato per le sperienze presenti, essendo :: 81 : 57, e :: 114 : 61 per le sperienze precedenti (*atticolo XI.*); si avrà, unendo questi tempi, 195 a 118 per lo rapporto ancor più preciso dell' intero raffreddamento dell' oro, e dello stagno.

6.° Che il tempo del raffreddamento dell' oro è a quello del raffreddamento della creta, al segno di soffrirli :: 31 : 14 per le sperienze presenti, e :: 21 ½ : 10 per le sperienze precedenti (*articolo XXXV.*); onde si avrà, unendo questi tempi, 52 ½ a 24 per lo rapporto più preciso del loro primo raffreddamento; e pel secondo, il rapporto trovato per le presenti esperienze, essendo :: 81 : 39, e :: 65 : 26 per le sperienze precedenti (*articolo XXXV.*); si avrà, unendo questi tempi, 146 a 65 pel rapporto ancor più preciso dell' intero raffreddamento dell' oro, e della creta.

7.° Che il tempo del raffreddamento dell' oro è a quello del raffreddamento del gesso, al segno di poterli soffrire :: 31 : 9 per le sperienze presenti, e :: 56 : 17 per le sperienze precedenti (*articolo XXXVIII.*); onde si avrà, unendo questi tempi, 87 a 26 per lo rapporto più preciso del loro primo raffreddamento; e pel secondo, il rapporto trovato per le sperienze presenti, es-

ſendo :: 81 : 28, e :: 165 : 53 per le ſperienze precedenti (*articolo XXXVIII.*); ſi avrà, unendo queſti tempi, 246 a 81 pel rapporto ancora più preciſo dell' intero raffreddamento dell' oro, e del geſſo.

8.° Che il tempo del raffreddamento dello ſtagno è a quello del raffreddamento della creta, al ſegno di ſoffrirli :: 22 : 14, e :: 57 : 39 per l'intero loro raffreddamento.

9.° Che il tempo del raffreddamento dello ſtagno è a quello del raffreddamento del geſſo, al ſegno di ſoffrirli :: 22 : 9, e :: 57 : 28 per l' intero loro raffreddamento.

10.° Che il tempo del raffrèddameuto della creta è a quello del raffreddamento del geſſo, al ſegno di poterli ſoffrire : : 14 : 9 per le ſperienze preſenti, e : : 11 : 7 per le ſperienze precedenti (*artic. XLVI.*); onde ſi avrà, unendo queſti tempi, 25 a 16 pel rapporto più preciſo del primo loro raffreddamento; e pel ſecondo, il rapporto trovato per le ſperienze preſenti, eſſendo : : 39 : 28, e : : 32 : 29 per le ſperienze precedenti (*artic. XLVI.*); ſi avrà, unendo queſti tempi, 71 a 57 per lo rapporto ancor più preciſo dell' intero raffreddamento della creta, e del geſſo.

LVII.

Avendo fatte ſcaldare inſieme le palle di marmo bianco, di marmo comune, d' argilla,

gilla, d'ocra, e di legno, elleno sonosi raffreddate nell' ordine seguente.

Raffreddate a poterle tener in mano per un mezzo secondo. minuti	*Raffreddate all' attuale temperatura.* minuti
Legno, in ——— 2 ½	In ——— 9.
Ocra, in ——— 6 ½	In ——— 19.
Argilla, in ——— 7 ½	In ——— 21.
Marmo comune, in 10 ½	In ——— 29.
Marmo bianco, in – 12.	In ——— 34.

LVIII.

Ripetutasi la stessa sperienza, le palle sonosi raffreddate nell' ordine seguente.

Raffreddate a poterle tener in mano per un mezzo secondo. minuti	*Raffreddate all' attuale temperatura.* minuti
Legno, in ——— 3.	In ——— 11.
Ocra, in ——— 7.	In ——— 20.
Argilla, in ——— 8 ½	In ——— 23.
Marmo comune, in 12 ½	In ——— 32.
Marmo bianco, in – 13.	In ——— 36.

Da queste due sperienze si può conchiudere:

1.° Che il tempo del raffreddamento del marmo bianco è a quello del raffreddamento del marmo comune, al segno di poterli

foffrire : : 25 : 22 per le fperienze prefenti, e : : $39\frac{1}{2}$: 36 per le fperienze precedenti (*artic. XXVII.*); onde fi avrà, unendo quefti tempi, $64\frac{1}{2}$ a 58 per lo rapporto più precifo del primo loro raffreddamento; e pel fecondo, il rapporto trovato per le fperienze prefenti, effendo : : 70 : 61, e : : 115 : 113 per le fperienze precedenti (*articolo XXVII.*); fi avrà, unendo quefti tempi, 185 a 174 per lo rapporto ancor più precifo dell' intero raffreddamento del marmo bianco, e del marmo comune.

2.° Che il tempo del raffreddamento del marmo bianco è a quello del raffreddamento dell' argilla, al fegno di poterli foffrire : : 25 : 16, e : : 70 : 44 per l' intero loro raffreddamento.

3.° Che il tempo del raffreddamento del marmo bianco è a quello del raffreddamento dell' ocra, al fegno di foffrirli : : 25 : $13\frac{1}{2}$, e : : 70 : 39 per l'intero loro raffreddamento.

4.° Che il tempo del raffreddamento del marmo bianco è a quello del raffreddamento del legno, al fegno di foffrirli : : 25 : $5\frac{1}{2}$, e : : 70 : 20 per l' intero loro raffreddamento.

5.° Che il tempo del raffreddamento del marmo comune è a quello del raffredda-

mento dell' argilla, al segno di soffrirli : : 22 : *16*, e : : *61* : 44 per l'intero loro raffreddamento.

6.° Che il tempo del raffreddamento del marmo comune è a quello del raffreddamento dell'ocra, al segno di soffrirli : : 22 : 13 $\frac{1}{2}$, e : : *61* : 39 pel loro intero raffreddamento.

7.° Che il tempo del raffreddamento del marmo comune è a quello del raffreddamento del legno, al segno di soffrirli : : 22 : 5 $\frac{1}{2}$, e : : *61* : 20 per l'intero loro raffreddamento.

8.° Che il tempo del raffreddamento dell' argilla è a quello del raffreddamento dell' ocra, al segno di soffrirle : : *16* : 13 $\frac{1}{2}$ per le presenti esperienze, e : : 12 $\frac{1}{2}$: 11 $\frac{1}{2}$ per le sperienze precedenti (*artic. XXXV.*); onde si avrà, unendo questi tempi, 28 $\frac{1}{2}$: 20 per lo rapporto più preciso del primo loro raffreddamento; e pel secondo, il rapporto trovato per le sperienze presenti, essendo : : 44 : 39, e : : 33 : 29 per le sperienze precedenti (*articolo XXXV.*); si avrà, unendo questi tempi, 77 a 68 pel rapporto ancor più preciso dell' intero raffreddamento dell' argilla, e dell' ocra.

9.° Che il tempo del raffreddamento dell'

argilla è a quello del raffreddamento del legno, al segno di soffrirli : : 16 : $5\frac{1}{2}$, e : : 44 : 20 per l'intero loro raffreddamento.

10.° Che il tempo del raffreddamento dell' ocra è a quello del raffreddamento del legno, al segno di soffrirli : : $13\frac{1}{2}$: $5\frac{1}{2}$, e : : 39 : 20 per l'intero loro raffreddamento.

LIX.

Avendo messe a scaldare insieme le palle d'argento, di vetro, d'argilla, d'ocra, e di creta, elleno sonosi raffreddate nell' ordine seguente.

Raffreddate a poterle tener in mano per un mezzo secondo.	minuti	*Raffreddate all' attuale temperatura.*	minuti
Creta, in ———	$5\frac{1}{2}$	In ———	16.
Ocra, in ———	6.	In ———	18.
Argilla, in ———	8.	In ———	22.
Vetro, in ———	$9\frac{1}{2}$	In ———	29.
Argento, in ———	$12\frac{1}{2}$	In ———	35.

LX.

Ripetutasi l'esperienza medesima, le palle riscaldate più a lungo, sonosi raffreddate nell' ordine seguente.

Raffreddate a poterle tener in mano per un mezzo secondo.	minuti	*Raffreddate all' attuale temperatura.*	minuti
Creta, in ———	7.	In —————	22.
Ocra, in ———	$8\frac{1}{2}$	In —————	25.
Argilla, in ———	$9\frac{1}{2}$	In —————	29.
Vetro, in ———	$12\frac{1}{2}$	In —————	38.
Argento, in ———	$16\frac{1}{2}$	In —————	41.

Da queste due sperienze si può conchiudere:

1.° Che il tempo del raffreddamento dell' argento è a quello del raffreddamento del vetro, al segno di soffrirli : : 29 : 22 per le sperienze presenti, e : : 36 : 25 per le sperienze precedenti (*artit. XXXIII.*); onde si avrà, unendo questi tempi, 65 a 47 per lo rapporto più preciso del primo loro raffreddamento; e pel secondo, il rapporto trovato per le sperienze presenti, essendo : : 76 : 67, e : : 103 : 62 per le sperienze precedenti (*artic. XXXIII.*); si avrà, unendo questi tempi, 179 a 129 pel rapporto ancor più preciso dell' intero raffreddamento dell' argento, e del vetro.

2.° Che il tempo del raffreddamento dell' argento è a quello del raffreddamento dell' argilla, al segno di poterli soffrire : : 29 : $17\frac{1}{2}$, e : : 76 : 51 per l'intero loro raffreddamento.

3.° Che il tempo del raffreddamento dell' argento è a quello del raffreddamento dell' ocra, al segno di soffrirli : : 29 : $14\frac{1}{2}$, e : : 76 : 43 per l'intero loro raffreddamento.

4.° Che il tempo del raffreddamento dell' argento è a quello del raffreddamento della creta, al segno di poterli soffrire : : 29 : $12\frac{1}{2}$, e : : 76 : 38 per l'intero loro raffreddamento.

5.° Che il tempo del raffreddamento del vetro è a quello del raffreddamento dell' argilla, al segno di poterli soffrire : : 22 $17\frac{1}{2}$ per le sperienze presenti, e : : $16\frac{1}{2}$: $13\frac{1}{2}$ per le sperienze precedenti (*articolo XLVI.*); onde si avrà, unendo questi tempi, $38\frac{1}{2}$ a 31 per lo rapporto più preciso del loro primo raffreddamento; e per lo secondo, il rapporto trovato per le sperienze presenti, essendo : : 67 : 51, e : : 46 : 36 per le sperienze precedenti (*articolo XLVI.*); si avrà, unendo questi tempi, 113 a 87 pel rapporto ancora più preciso dell' intero raffreddamento del vetro, e dell' argilla.

6.° Che il tempo del raffreddamento del vetro è a quello del raffreddamento dell' ocra, al segno di poterli soffrire : : 22 : $14\frac{1}{2}$ per le sperienze presenti, e : : $16\frac{1}{2}$

: 11 per le sperienze precedenti (*articolo XLVI.*); onde s'avrà, unendo questi tempi, 38 $\frac{1}{2}$ a 25 $\frac{1}{2}$ per lo rapporto più preciso del primo loro raffreddamento; e pel secondo, il rapporto trovato per le sperienze presenti, essendo : : 67 : 43, e : : 46 : 32 per le sperienze precedenti (*articolo XLVI.*); s'avrà, unendo questi tempi, 113 a 75 pel rapporto ancora più preciso dell' intero raffreddamento del vetro, e dell'ocra.

7.° Che il tempo del raffreddamento del vetro è a quello del raffreddamento della creta, al segno di poterli soffrire : : 22 : 12 $\frac{1}{2}$ per le sperienze presenti, e : : 16 $\frac{1}{2}$: 11 per le sperienze precedenti (*articolo XLVI.*); onde si avrà, unendo questi tempi, 38 $\frac{1}{2}$ a 23 $\frac{1}{2}$ pel rapporto ancor più preciso del loro primo raffreddamento; e pel secondo, il rapporto trovato per le sperienze presenti, essendo : : 67 : 38, e : : 46 : 32 per le sperienze precedenti (*articolo XLVI.*); s'avrà, unendo questi tempi, 113 a 70 per lo rapporto ancor più preciso dell' intero raffreddamento del vetro, e della creta.

8.° Che il tempo del raffreddamento dell' argilla è a quello del raffreddamento dell' ocra, al segno di soffrirle : : 17 $\frac{1}{2}$: 14 $\frac{1}{2}$

per le ſperienze preſenti, e : : 26 : 22 $\frac{1}{2}$ per le ſperienze precedenti (*artic. XLVI.*); onde ſi avrà, unendo queſti tempi, 43 $\frac{1}{2}$ a 37 per lo rapporto più preciſo del primo loro raffreddamento; e pel ſecondo, il rapporto trovato per l'eſperienze preſenti, eſſendo : : 51 : 43, e : : 69 : 63 per le ſperienze precedenti (*artic. XLVI.*); ſi avrà, unendo queſti tempi, 120 a 104 per lo rapporto ancor più preciſo dell' intero raffreddamento dell' argilla, e dell' ocra.

9.° Che il tempo del raffreddamento dell' argilla è a quello del raffreddamento della creta, al ſegno di poterle ſoffrire : : 17 $\frac{1}{2}$: 12 $\frac{1}{2}$ per le ſperienze preſenti, e : : 26 : 21 per le ſperienze precedenti (*articolo XLVI.*); onde ſi avrà, unendo queſti tempi, 43 $\frac{1}{2}$ a 33 $\frac{1}{2}$ pel rapporto più preciſo del primo loro raffreddamento; e pel ſecondo, il rapporto trovato per le ſperienze preſenti, eſſendo : : 51 : 38, e : : 69 : 58 per le ſperienze precedenti (*art. XLVI.*); ſi avrà, unendo queſti tempi, 120 a 96 pel rapporto ancor più preciſo dell' intero raffreddamento dell' argilla, e della creta.

10.° Che il tempo del raffreddamento dell' ocra è a quello del raffreddamento della creta, al ſegno di poterle ſoffrire : : 14 $\frac{1}{2}$

: 12 $\frac{1}{2}$ per le sperienze presenti, e : : 11 $\frac{1}{2}$: 10 per le sperienze precedenti (*articolo XXXV.*); onde si avrà, unendo questi tempi, 26 a 22 $\frac{1}{2}$ pel rapporto più preciso del primo loro raffreddamento; e pel secondo, il rapporto trovato per le sperienze presenti, essendo : : 43 : 38, e : : 29 : 26 per le sperienze precedenti (*articolo XXXV.*); si avrà, unendo questi tempi, 72 a 64 per lo rapporto ancor più preciso dell' intero raffreddamento dell' ocra, e della creta.

L X I.

Avendo messe a scaldare insieme a un grado di calor grande le palle di zinco, di bismuto, di marmo bianco, di pietra arenosa, e di gesso, il bismuto s'è fuso tutto ad un tratto, e non rimasero che le altre quattro palle, le quali sonosi raffreddate nell' ordine seguente.

Raffreddate al segno di poterle soffrire in mano per un mezzo secondo.	minuti	*Raffreddate all' attuale temperatura.*	minuti
Gesso, in ———	11.	In ———	28.
Pietra arenosa ——	16	In ———	42.
Marmo bianco, in –	19.	In ———	50.
Zinco, in ———	23.	In ———	57.

L X I I.

Ripetutasi la stessa esperienza colle sovraccennate quattro palle, ed una palla di

piombo, a un fuoco meno ardente, sonosi raffreddate nell' ordine seguente.

	Raffreddate a poterle tener in mano per un mezzo secondo. minuti		*Raffreddate all' attuale temperatura.* minuti
Gesso, in	$4\frac{1}{2}$	In	16.
Piombo, in	$9\frac{1}{2}$	In	28.
Pietra arenosa, in	10.	In	32.
Marmo bianco, in	$12\frac{1}{2}$	In	36.
Zinco, in	15.	In	43.

Da queste due sperienze si può conchiudere:

1.° Che il tempo del raffreddamento dello zinco è a quello del raffreddamento del marmo bianco, al segno di poterli soffrire : : 38 : $31\frac{1}{2}$ per le sperienze presenti, e : : 21 : $17\frac{1}{2}$ per le sperienze precedenti (*articolo XLVIII.*); onde, unendo questi tempi, si avrà 59 a 49 per lo rapporto ancor più preciso del primo loro raffreddamento; e pel secondo, il rapporto trovato per l'esperienza presente, essendo : : 100 : 86, e : : 65 : 53 per le sperienze precedenti (*articolo XLVIII.*); si avrà, unendo questi tempi, 165 a 139 per lo rapporto ancor più preciso dell' intero raffreddamento dello zinco, e del marmo bianco.

2.° Che il tempo del raffreddamento dello

zinco è a quello del raffreddamento della pietra arenosa, al segno di soffrirli : : 38 : 26 per le sperienze presenti, e : : 21 : 115 per le sperienze precedenti (*articolo XLVIII.*); onde si avrà, unendo questi tempi, 59 a 41 per lo rapporto più preciso del primo loro raffreddamento; e pel secondo, il rapporto trovato per le sperienze presenti, essendo : : 100 : 74, e : : 65 : 47 per le sperienze precedenti (*articolo XLVIII.*); si avrà, unendo questi tempi, 165 a 121 pel rapporto ancor più preciso dell' intero raffreddamento dello zinco, e della pietra arenosa.

3.° Che il tempo del raffreddamento dello zinco è a quello del raffreddamento del piombo, al segno di poterli soffrire : : 15 : 9 $\frac{1}{2}$ per la sperienza presente, e : : 73 : 43 $\frac{1}{4}$ per le sperienze precedenti (*articolo XVII.*); onde si avrà, unendo questi tempi, 89 a 53 $\frac{1}{4}$ per lo rapporto più preciso del primo loro raffreddamento; e pel secondo, il rapporto trovato per l'esperienza presente, essendo : : 43 : 20, e : : 220 : 189 per le sperienze precedenti (*artic. XVII.*); si avrà, unendo questi tempi, 263 a 209 per lo rapporto ancor più preciso dell' intero raffreddamento dello zinco, e del piombo.

4.° Che il tempo del raffreddamento dello

zinco è a quello del raffreddamento del gesso, al segno di soffrirli : : 38 : 15 $\frac{1}{2}$, e e : : 100 : 44 pel loro intero raffreddamento.

5.° Che il tempo del raffreddamento del marmo bianco è a quello del raffreddamento della pietra arenosa, al segno di soffrirsi : : 31 $\frac{1}{2}$: 26 per le sperienze presenti, e : : 38 $\frac{1}{2}$: 32 per le sperienze precedenti (*articolo XLVIII.*); onde si avrà, unendo questi tempi, 70 a 58 per lo rapporto più preciso del primo loro raffreddamento; e pel secondo, il rapporto trovato per le sperienze presenti, essendo : : 86 : 74, e : : 112 : 104 per le sperienze precedenti (*articolo XLVIII.*); si avrà, unendo questi tempi, 198 a 178 pel rapporto ancor più preciso dell' intero raffreddamento del marmo bianco, e della pietra arenosa.

6.° Che il tempo del raffreddamento del marmo bianco è a quello del raffreddamento del piombo, al segno di soffrirli : : 12 $\frac{1}{2}$: 9 $\frac{1}{2}$, e : : 36 : 20 per l' intero loro raffreddamento.

7.° Che il tempo del raffreddamento del marmo bianco è a quello del raffreddamento del gesso, al segno di poterli soffrire : : 31 : 15 $\frac{1}{2}$, e : : 86 : 44 pel loro intero raffreddamento.

8.° Che il tempo del raffreddamenro della pietra arenosa è a quello del raffreddamento del piombo, al segno di poterli soffrire : : 10 : 9 $\frac{1}{2}$ per l'esperienza presente, e : : 59 : 51 $\frac{1}{2}$ per le sperienze precedenti (*articolo XLIV.*); onde si avrà, unendo questi tempi, 69 $\frac{1}{2}$ a 61 per lo rapporto più preciso del primo loro raffreddamento; e pel secondo, il rapporto trovato per le sperienze presenti, essendo : : 32 : 20, e : : 187 : 178 per le sperienze precedenti (*articolo XLIV.*); si avrà, unendo questi tempi, 211 a 96 per lo rapporto ancor più preciso dell' intero raffreddamento della pietra arenosa, e del piombo.

9.° Che il tempo del raffreddamento della pietra arenosa è a quello del raffreddamento del gesso, al segno di poterli soffrire : : 26 : 15 $\frac{1}{2}$ per le presenti esperienze, e : : 55 : 21 $\frac{1}{2}$ per le sperienze precedenti (*articolo XXXIII.*); onde si avrà, unendo questi tempi, 81 a 37 pel rapporto più preciso del primo loro raffreddamento; e pel secondo, il rapporto trovato per le sperienze presenti, essendo : : 74 : 44, e : : 170 : 78 per le sperienze precedenti (*articolo XXXIII.*); si avrà, unendo questi tempi, 244 a 122 per lo rapporto ancor più preciso dell' intero raffreddamento del-

la pietra arenosa, e del gesso.

10.° Che il tempo del raffreddamento del piombo è a quello del raffreddamento del gesso, al segno di poterli soffrire : : 9 $\frac{1}{2}$: 4 $\frac{1}{2}$, e : : 28 : 16 per l'intero loro raffreddamento.

LXIII.

Avendo fatte scaldare insieme le palle di rame, d'antimonio, di marmo comune, di pietra calcarea tenera e di creta, ellerio sonosi raffreddate nell' ordine seguente.

Raffreddate a poterle tenei in mano per un mezzo secondo. minuti	*Raffreddate all' attuale temperatura.* minuti
Creta, in ——— 6 $\frac{1}{2}$	In ——————— 20.
Antimonio, in —— 7 $\frac{1}{2}$	In ——————— 26.
Pietra tenera, in — 7 $\frac{1}{2}$	In ——————— 26.
Marmo comune, in 11 $\frac{1}{2}$	In ——————— 31.
Rame, in ——— 16.	In ——————— 49.

LXIV.

Ripetutasi l'esperienza medesima, le palle sonosi raffreddate nell' ordine seguente.

Raffreddate al segno di poterle tener in mano per un mezzo secondo. minuti		*Raffreddate all' attuale temperatura.* minuti	
Creta, in ———	$5\frac{1}{2}$	In ———	18.
Antimonio, in ——	6.	In ———	24.
Pietra tenera, in --	8.	In ———	23.
Marmo comune, in	10.	In ———	29.
Rame, in ———	$13\frac{1}{2}$	In ———	38.

Da queste due sperienze si può conchiudere:

1.° Che il tempo del raffreddamento del rame è a quello del raffreddamento del marmo comune, al segno di poterli soffrire : : $29\frac{1}{2}$: $21\frac{1}{2}$ per le sperienze presenti, e : : 45 : $35\frac{1}{2}$ per le sperienze precedenti (*articolo V.*); onde si avrà, unendo questi tempi, $74\frac{1}{2}$ a 57 per lo rapporto più preciso del primo loro raffreddamento; e pel secondo, il rapporto trovato per le sperienze presenti, essendo : : 87 : 60, e : : 125 : 111 per le sperienze precedenti (*art. V.*); si avrà, unendo questi tempi, 212 a 170 pel rapporto ancor più preciso dell' intero raffreddamento del rame, e del marmo comune.

2.° Che il tempo del raffreddamento del rame è a quello del raffreddamento della pietra tenera, al segno di poterli soffrire

: : $29\frac{1}{2}$: $15\frac{1}{2}$, e : : 87 : 49 pel loro intero raffreddamento.

3.° Che il tempo del raffreddamento del rame è a quello del raffreddamento dell' antimonio, al segno di soffrirli : : $29\frac{1}{2}$: $13\frac{1}{2}$ per le sperienze presenti, e : : 28 : 16 per le sperienze precedenti (*art.XLI.*); onde si avrà, unendo questi tempi, $57\frac{1}{2}$ a $29\frac{1}{2}$ per lo rapporto più preciso del loro primo raffreddamento; e pel secondo, il rapporto trovato per le sperienze presenti, essendo : : 87 : 50, e : : 80 : 47 per le sperienze precedenti (*artic. XLI.*); si avrà, unendo questi tempi, 167 a 97 pel rapporto ancor più preciso dell' intero raffreddamento del rame, e dell' antimonio.

4.° Che il tempo del raffreddamento del rame è a quello del raffreddamento della creta, al segno di poterli soffrire : : $29\frac{1}{2}$: 12, e : : 87 : 38 per l' intero loro raffreddamento.

5.° Che il tempo del raffreddamento del marmo comune è a quello del raffreddamento della pietra tenera, al segno di poterli soffrire : : $21\frac{1}{2}$: 14 per le sperienze presenti, e : : $29\frac{1}{2}$: 23 per le sperienze precedenti (*articolo XXX.*); onde si avrà,

unendo questi tempi, $50\frac{1}{2}$ a 37 per lo rapporto più preciso del primo loro raffreddamento; e pel secondo, il rapporto trovato per le sperienze presenti, essendo : : 60 : 49, e : : 87 : 68 per le sperienze precedenti (*articolo XX.*); si avrà, unendo questi tempi, 147 a 117 per lo rapporto ancor più preciso dell' intero raffreddamento del marmo comune, e della pietra tenera.

6.° Che il tempo del raffreddamento del marmo comune è a quello del raffreddamento dell' antimonio, al segno di soffrirli : : $21\frac{1}{2}$: $13\frac{1}{2}$, e : : 60 : 50 per l'intero loro raffreddamento.

7.° Che il tempo del raffreddamento del marmo comune è a quello del raffreddamento della creta, al segno di poterli soffrire $21\frac{1}{2}$: 12, e : : 60 : 38 per l'intero loro raffreddamento.

8.° Che il tempo del raffreddamento della pietra tenera è a quello del raffreddamento dell' antimonio, al segno di poterli soffrire : : 14 : $13\frac{1}{2}$, e : : 49 : 50 pel loro intero raffreddamento.

9.° Che il tempo del raffreddamento della pietra tenera è a quello del raffreddamento della creta, al segno di poterle soffrire : : 14 : 12, e : : 49 : 38 per l'intero loro raffreddamento.

10.° Che il tempo del raffreddamento dell' antimonio è a quello del raffreddamento della creta, al segno di poterli soffrire : : $13\frac{1}{2}$: 12, e : : 50 : 38 per l'intero loro raffreddamento.

LXV.

Avendo fatto scaldare insieme le palle di piombo, di stagno, di vetro, di pietra calcarea dura, d'ocra, d'argilla, elleno sonosi raffreddate nell' ordine seguente.

Raffreddate a poterle tener in mano per un mezzo secondo. minuti		*Raffreddate all' attuale temperatura.* minuti
Ocra, in ———	5.	In ——— 16.
Argilla, in ———	$7\frac{1}{2}$	In ——— 20.
Stagno, in ———	$8\frac{1}{2}$	In ——— 21.
Piombo, in ———	$9\frac{1}{2}$	In ——— 23.
Vetro, in ———	10.	In ——— 27.
Pietra dura, in —	$10\frac{1}{2}$	In ——— 29.

Da questa sperienza, risulta:

1.° Che il tempo del raffreddamento della pietra dura è a quello del raffreddamento del vetro, al segno di soffrirli : : $10\frac{1}{2}$: 10 per l'esperienza presente, e : : $20\frac{1}{2}$: 17 per le sperienze precedenti (*art.LIV.*); onde si avrà, unendo questi tempi, 31 a

37 pel rapporto più preciso del loro primo raffreddamento; e pel secondo, il rapporto trovato per l'esperienza presente, essendo : : 29 : 27, e : : 62 : 49 per le sperienze precedenti (*articolo LIV.*); si avrà, unendo questi tempi, 91 a 76 per lo rapporto ancor più preciso dell' intero raffreddamento della pietra dura, e del vetro.

2.° Che il tempo del raffreddamento del vetro è a quello del raffreddamento del piombo, al segno di poterli soffrire : : 10 : $9\frac{1}{2}$ per l'esperienza presente, e : : 12 : 11 per le sperienze precedenti (*art. XXXIX.*); onde si avrà, unendo questi tempi, 22 a $20\frac{1}{2}$ per lo rapporto più preciso del primo loro raffreddamento; e pel secondo, il rapporto trovato per l'esperienza presente, essendo : : 27 : 23, e : : 35 : 30 per le sperienze precedenti (*articolo XXXIX.*); si avrà, unendo questi tempi, 62 a 53 per lo rapporto ancor più preciso dell' intero raffreddamento del vetro, e del piombo.

3.° Che il tempo del raffreddamento del vetro è a quello del raffreddamento dello stagno, al segno di poterli soffrire : : 10 : $8\frac{1}{2}$ per l'esperienza presente, e : : 46 : $42\frac{1}{2}$ per le sperienze precedenti (*art. XXXIX.*); onde si avrà, unendo questi tempi, 56 a 51 per lo rapporto più preciso del primo

loro raffreddamento; e pel secondo, il rapporto trovato per l'esperienze presenti, essendo : : 27 : 21, e : : 132 : 117 per le sperienze precedenti (*articolo XXXIX.*); si avrà, unendo questi tempi, 159 a 138 pel rapporto ancor più preciso dell' intero raffreddamento del vetro, e dello stagno.

4.° Che il tempo del raffreddamento del vetro è a quello del raffreddamento dell' argilla, al segno di poterli soffrire : : 10 : $7\frac{1}{2}$, e : : $38\frac{1}{2}$: 31 per le sperienze precedenti (*articolo LX.*); onde si avrà, unendo questi tempi, $48\frac{1}{2}$ a $38\frac{1}{2}$ pel rapporto più preciso del primo loro raffreddamento; e pel secondo, il rapporto trovato per la sperienza presente, essendo : : 27 : 20, e : : 113 : 87 per le sperienze precedenti (*articolo LX.*); si avrà, unendo questi tempi, 140 a 107 per lo rapporto ancor più preciso dell' intero raffreddamento del vetro, e dell' argilla.

5.° Che il tempo del raffreddamento del vetro è a quello del raffreddamento dell' ocra, al segno di poterli soffrire : : 10 : 5 per le sperienze presenti, e : : $38\frac{1}{2}$: $25\frac{1}{2}$ per le sperienze precedenti (*articolo LX.*); onde si avrà, unendo questi tempi, $48\frac{1}{2}$ a 30 per lo rapporto più preciso del primo loro raffreddamento; e pel secondo, il rap-

porto trovato per l'esperienza presente, essendo : : 27 : 16, e : : 113 : 75 per le sperienze precedenti (*articolo LX.*); si avrà, unendo questi tempi, 140 a 91 per lo rapporto ancor più preciso dell' intero raffreddamento dei vetro, e dell' ocra.

6.° Che il tempo del raffreddamento della pietra dura è a quello del raffreddamento del piombo, al segno di poterli soffrire : : $10\frac{1}{2}$: $9\frac{1}{2}$, e : : 29 : 23 per l'intero loro raffreddamento.

7.° Che il tempo del raffreddamento della pietra dura è a quello del raffreddamento dello stagno, al segno di sostenerli : : $10\frac{1}{2}$: $8\frac{1}{2}$, e : : 29 : 21 pel loro intero raffreddamento.

8.° Che il tempo del raffreddamento della pietra dura è a quello del raffreddamento dell' argilla, al segno di soffrirli : : $10\frac{1}{2}$: $7\frac{1}{2}$, e : : 29 : 20 pel loro intero raffreddamento.

9.° Che il tempo del raffreddamento della pietra dura è a quello del raffreddamento dell'ocra, al segno di soffrirle : : $10\frac{1}{2}$: 5, e : : 29 : 16 pel loro intero raffreddamento.

10.° Che il tempo del raffreddamento del piombo è a quello del raffreddamento dello

ſtagno, al ſegno di ſoffrirli : : $9\frac{1}{2}$: $8\frac{1}{2}$ per l'eſperienza preſente, e : : $36\frac{1}{2}$: $31\frac{1}{2}$ per le ſperienze precedenti (*art.* XXXIX.); onde ſi avrà, unendo queſti tempi, 46 a 40 per lo rapporto più preciſo del primo loro raffreddamento; e pel ſecondo, il rapporto trovato per l'eſperienza preſente, eſſendo : : 23 : 21, e : : 109 : 89 per le ſperienze precedenti (*articolo* XXXIX.); ſi avrà, unendo queſti tempi, 132 a 110 per lo rapporto ancor più preciſo dell' intero raffreddamento del piombo, e dello ſtagno.

11.° Che il tempo del raffreddamento del piombo è a quello del raffreddamento dell' argilla, al ſegno di poterli ſoffrire : : $9\frac{1}{2}$: $7\frac{1}{2}$ per l'eſperienza preſente, e : : 7 : $5\frac{1}{2}$ per le ſperienze precedenti (*artic.* XXXV.); onde ſi avrà, unendo queſti tempi, $16\frac{1}{2}$ a 13 pel rapporto più preciſo del primo loro raffreddamento; e pel ſecondo, il rapporto trovato per l'eſperienza preſente, eſſendo : : 23 : 20, e : : 18 : 15 per le ſperienze precedenti (*articolo* XXXV.); ſi avrà, unendo queſti tempi, 41 a 35 pel rapporto ancor più preciſo dell' intero raffreddamento del piombo, e dell' argilla.

12.° Che il tempo del raffreddamento del piombo è a quello del raffreddamento dell' ocra, al ſegno di poterli ſoffrire : : $9\frac{1}{2}$: 5

per l'esperienza presente, e : : 7 : 5 per le sperienze precedenti (*articolo XXXV.*); onde si avrà, unendo questi tempi, 16$\frac{1}{2}$ a 10 per lo rapporto più preciso del primo loro raffreddamento; e pel secondo, il rapporto trovato per l'esperienza presente, essendo : : 23 : 16, e : : 18 : 13 per le sperienze precedenti (*articolo XXXV.*); si avrà, unendo questi tempi, 41 a 29 per lo rapporto ancor più preciso dell' intero raffreddamento del piombo, e dell' ocra.

13.° Che il tempo del raffreddamento dello stagno è a quello del raffreddamento dell' argilla, al segno di soffrirli : : 8 $\frac{1}{2}$: 7 $\frac{1}{2}$, e : : 21 : 20 per l'intero loro raffreddamento.

14.° Che Il tempo del raffreddamento dello stagno è a quello del raffreddamento dell' ocra, al segno di soffrirli : : 8 $\frac{1}{2}$: 5, e : : 21 : 16 per l'intero loro raffreddamento.

15.° Che il tempo del raffreddamento dell' argilla è a quello del raffreddamento dell' ocra, al segno di poterle soffrire : : 7 $\frac{1}{2}$: 5 per l'esperienza presente, e 43 $\frac{1}{2}$: 37 per le sperienze precedenti (*articolo LX.*); onde si avrà, unendo questi tempi, 50 a 42 pel rapporto più preciso

del primo loro raffreddamento ; e pel secondo, il rapporto trovato per l'esperienza presente, essendo : : 20 : 16, e : : 120 : 104 per le sperienze precedenti (*art.LX.*); si avrà, unendo questi tempi, 140 a 120 per lo rapporto ancor più preciso dell' intero raffreddamento dell' argilla, e dell' ocra.

LXVI.

Avendo fatte scaldare insieme le palle di zinco, d'antimonio, di pietra calcarea tenera, di creta, e di gesso, elleno sonosi raffreddate nell' ordine seguente.

Raffreddate a poterle tener in mano per un mezzo secondo.	minuti	*Raffreddate all' attuale temperatura.*	minuti
Gesso, in ———	$3\frac{1}{2}$	In ———————	11.
Creta, in ———	5	In ———————	16.
Antimonio, in ——	6.	In ———————	22.
Pietra tenera, in —	$7\frac{1}{2}$	In ———————	23.
Zinco, in ———	$14\frac{1}{2}$	In ———————	29.

LXVII.

Ripetutasi l'esperienza medesima, le palle sonosi raffreddate nell' ordine seguente.

Raf-

Raffreddate al segno di poterle soffrire in mano per un mezzo secondo.	minuti	*Raffreddate all' attuale temperatura.*	minuti
Gesso, in ———	$3\frac{1}{2}$	In ———	12.
Creta, in ———	$4\frac{1}{4}$	In ———	14.
Antimonio, in ———	6.	In ———	20.
Pietra tenera, in —	8.	In ———	21.
Zinco, in ———	$13\frac{1}{2}$	In ———	28.

Da queste due sperienze si può conchiudere:

1.° Che il tempo del raffreddamento dello zinco è a quello del raffreddamento della pietra tenera, al segno di poterli soffrire : : 28 : $15\frac{1}{2}$, e : : 57 : 44 per l'intero loro raffreddamento.

2.° Che il tempo del raffreddamento dello zinco è a quello del raffreddamento dell' antimonio, al segno di poterli soffrire : : 28 : 12 per le sperienze presenti, e : : 94 : 52 per le sperienze precedenti (*articolo XLVIII.*); onde, unendo questi tempi, si avrà 122 a 64 per lo rapporto più preciso del primo loro raffreddamento; e pel secondo, il rapporto trovato per le sperienze presenti, essendo : : 57 : 42, e : : 285 : 184 per l'esperienze precedenti (*articolo XLVIII.*); si avrà, unendo questi tempi, 342 a 226 per lo rapporto ancor

più preciso dell' intero raffreddamento dello zinco, e dell' antimonio.

3.° Che il tempo del raffreddamento dello zinco è a quello del raffreddamento della creta, al segno di poterli soffrire : : 28 : 9 $\frac{1}{2}$ per le sperienze presenti, e : : 31 : 12 $\frac{1}{2}$ per le sperienze precedenti (*articolo LII.*); onde si avrà, unendo questi tempi, 59 a 22 per lo rapporto più preciso del primo loro raffreddamento; e pel secondo, il rapporto trovato per le sperienze presenti, essendo : : 57 : 30, e : : 59 : 38 per le sperienze precedenti (*articolo LII.*); si avrà, unendo questi tempi, 116 a 68 pel rapporto ancor più preciso dell'intero raffreddamento dello zinco, e della creta.

4.° Che il tempo del raffreddamento dello zinco è a quello del raffreddamento del gesso, al segno di poterli soffrire : : 28 : 7 per le sperienze presenti, e : : 38 : 15 $\frac{1}{2}$ per le sperienze precedenti (*artic. LXII.*); onde si avrà, unendo questi tempi, 66 a 22 $\frac{1}{2}$ pel rapporto più preciso del primo loro raffreddamento; e pel secondo, il rapporto trovato per le sperienze presenti, essendo : : 57 : 23, e : : 100 : 44 per le sperienze precedenti (*artic. LXII.*); si avrà, unendo questi tempi, 157 a 67 per lo rapporto ancor più preciso dell' intero raffreddamento dello zinco, e del gesso.

5.° Che il tempo del raffreddamento dell' antimonio è a quello del raffreddamento della pietra calcarea tenera, al segno di soffrirli :: 12 : 15 $\frac{1}{2}$, e :: 42 : 44 pel loro intero raffreddamento.

6.° Che il tempo del raffreddamento dell' antimonio è a quello del raffreddamento della creta, al segno di poterli soffrire :: 12 : 9 $\frac{1}{2}$ per le sperienze presenti, e :: 13 $\frac{1}{2}$: 12 per le sperienze precedenti (*articolo LXIV.*); onde si avrà, unendo questi tempi, 25 $\frac{1}{2}$ a 21 $\frac{1}{2}$ per lo rapporto più preciso del loro primo raffreddamento; e pel secondo, il rapporto trovato per le sperienze presenti, essendo :: 42 : 30, e :: 50 : 38 per le sperienze precedenti (*articolo LXIV.*); si avrà, unendo questi tempi, 92 a 68 per lo rapporto ancor più preciso dell' intero raffreddamento dell' antimonio, e della creta.

7.° Che il tempo del raffreddamento dell' antimonio è a quello del raffreddamento del gesso, al segno di poterli soffrire :: 12 : 7, e :: 42 : 23 per l'intero loro raffreddamento.

8.° Che il tempo del raffreddamento della pietra tenera è a quello del raffreddamento della creta, al segno di poterle soffrire :: 15 $\frac{1}{2}$: 9 $\frac{1}{2}$ per le sperienze presenti, e

:: 14 : 12 per le sperienze precedenti (*articolo LXIV.*); onde si avrà, unendo questi tempi, $29\frac{1}{2}$ a $21\frac{1}{2}$ per lo rapporto più preciso del primo loro raffreddamento; e pel secondo, il rapporto trovato per le sperienze presenti, essendo : : 44 : 30, e : : 49 : 38 per le sperienze precedenti (*artic. LXIV.*); si avrà, unendo questi tempi, 93 a 68 pel rapporto ancor più preciso dell' intero raffreddamento della pietra tenera, e della creta.

9.° Che il tempo del raffreddamento della pietra calcarea tenera è a quello del raffreddamento del gesso, al segno di soffrirli : : $15\frac{1}{2}$: 7 per le sperienze presenti, e :: 12 : $4\frac{1}{2}$ per le sperienze precedenti (*articolo XXXVIII.*); onde si avrà, unendo questi tempi, $27\frac{1}{2}$ a $11\frac{1}{2}$ per lo rapporto più preciso del primo loro raffreddamento; e pel secondo, il rapporto trovato per le sperienze presenti, essendo : : 44 : 23, e : : 27 : 14 per le sperienze precedenti (*articolo XXXVIII.*); si avrà, unendo questi tempi, 71 a 37 per lo rapporto ancor più preciso dell' intero raffreddamento della pietra calcarea tenera, e del gesso.

10.° Che il tempo del raffreddamento della creta è a quello del raffreddamento del gesso, al segno di soffrirli :: $9\frac{1}{2}$: 7 per le

sperienze presenti, e ∷ 25 : 16 per le sperienze precedenti (*artic. LVI.*); onde si avrà, unendo questi tempi, $34\frac{1}{2}$ a 23 per lo rapporto più preciso del primo loro raffreddamento; e pel secondo, il rapporto trovato per le sperienze presenti, essendo ∷ 30 : 23, e ∷ 71 : 57 per le sperienze precedenti (*articolo LVI.*); si avrà, unendo questi tempi, 101 a 80 pel rapporto ancor più preciso dell' intero raffreddamento della creta, e del gesso.

Io termino quì questa serie di sperienze assai lunghe a farsi, e assai stucchevoli a leggersi. Ma io ho creduto di dover presentarle com' io le ho fatte in molte riprese, nello spazio di sei anni. Se io accontentato mi fossi di compilarne i risultati, avrei senza dubbio accorciata di molto questa Memoria; ma il considerare che nissuno sarebbe stato in caso di ripetere le sperienze, ha fatto ch' io amassi meglio di pubblicare l'enumerazione, ed il racconto delle sperienze medesime, anzichè una Tavola compendiata ch' io avrei potuto fare dei loro risultati uniti. Non tralascio ciò non pertanto di dare, in forma di ricapitolazione, anche la Tavola generale di questi rapporti, tutti ragguagliati a 10000, affinchè in un batter d'occhio se ne possano distinguere le differenze.

TAVOLA

De' rapporti del raffreddamento delle differenti sostanze minerali.

FERRO.

		Primo raffreddamento		Intero raffreddamento
Ferro, ec.	Smeriglio —	10000	a 9117 —	9020
	Rame —	10000	a 8512 —	8702
	Oro —	10000	a 8160 —	8148
	Zinco —	10000	a 7654 —	6020
			6804	
	Argento —	10000	a 7619 —	7423
	Marmo bianco —	10000	a 6774 —	6704
	Marmo comune —	10000	a 6636 —	6746
	Pietra calcarea dura —	10000	a 6617 —	6274
	Pietra arenosa —	10000	a 5796 —	6926
	Vetro —	10000	a 5576 —	5805
	Piombo —	10000	a 5143 —	6482
	Stagno —	10000	a 4898 —	4921
	Pietra calcarea tenera	10000	a 4194 —	4659
	Argilla —	10000	a 4198 —	4490
	Bismuto —	10000	a 3580 —	4081
	Creta —	10000	a 3086 —	3878
	Gesso —	10000	a 2325 —	2817
	Legno —	10000	a 1860 —	1549
	Pietra pomice —	10000	a 1627 —	1268

SMERIGLIO.

		Primo raffreddamento	Intero raffreddamento
Smeriglio, ec.	Rame ——	10000 a 8519	— 8148
	Oro ——	10000 a 8513	— 8560
	Zinco ——	10000 a 8390	— 7692
		7458	
	Argento ——	10000 a 7778	— 7895
	Pietra calcares dura —	10000 a 7304	— 6963
	Pietra arenosa ——	10000 a 6552	— 6517
	Vetro ——	10000 a 5862	— 5506
	Piombo ——	10000 a 5718	— 6643
	Stagno ——	10000 a 5658	— 6000
	Argilla ——	10000 a 5185	— 5185
	Bismuto ——	10000 a 4949	— 6060
	Antimonio —	10000 a 4540	— 5827
	Ocra ——	10000 a 4259	— 3827
	Creta ——	10000 a 3684	— 4105
	Gesso ——	10000 a 2368	— 2947
	Legno ——	10000 a 1552	— 3146

RAME.

Rame, ec.	Oro ——	10000 a 9136	— 9194
	Zinco ——	10000 a 8571	— 9250
		7810	
	Argento ——	10000 a 8395	— 7823
	Marmo comune ——	10000 a 7638	— 8019
	Pietra arenosa ——	10000 a 7333	— 8160
	Vetro ——	10000 a 6667	— 6567
	Piombo ——	10000 a 6179	— 7367
	Stagno ——	10000 a 5746	— 6916

		Primo raffreddamento	Intero raffreddamento
Rame, ec.	Pietra calcarea tenera	10000 a 5168	5633
	Argilla	10000 a 5652	6363
	Bismuto	10000 a 5686	5959
	Antimonio	10000 a 5130	5808
	Ocra	10000 a 5000	4697
	Creta	10000 a 4068	4368

ORO.

		Primo raffreddamento	Intero raffreddamento
Oro, ec.	Zinco	10000 a 9474	9304
		8422	
	Argento	10000 a 8936	8686
	Marmo-bianco	10000 a 8101	7863
	Marmo comune	10000 a 7342	7435
	Pietra calcarea dura	10000 a 7383	7516
	Pietra arenosa	10000 a 7368	7627
	Vetro	10000 a 7103	5932
	Piombo	10000 a 6526	7500
	Stagno	10000 a 6324	6051
	Pietra calcarea tenera	10000 a 6087	5811
	Argilla	10000 a 5814	5077
	Bismuto	10000 a 5658	7043
	Porcellana	10000 a 5526	5593
	Antimonio	10000 a 5395	6348
	Ocra	10000 a 5349	4462
	Creta	10000 a 4571	4452
	Gesso	10000 a 2989	3293

ZINCO.

			Primo raffreddamento	Intero raffreddamento
Zinco, ec.	Argento ——	10000 a	8904 ——	8990
			10015	
	Marmo bianco ——	10000 a	8305 ——	8424
			7194	
	Pietra arenosa ——	10000 a	6949 ——	7333
			5838	
	Piombo ——	10000 a	6051 ——	7947
			4940	
	Stagno ——	10000 a	6777 ——	6240
			5665	
	Pietra calcarea tenera	10000 a	5536 ——	7719
			4425	
	Argilla ——	10000 a	5484 ——	7458
			4171	
	Bismuto ——	10000 a	5343 ——	7547
			4212	
	Antimonio —	10000 a	5246 ——	6608
			4115	
	Creta ——	10000 a	3729 ——	5860
			2618	
	Gesso ——	10000 a	3409 ——	4268
			2298	

ARGENTO.

			Primo raffreddamento	Intero raffreddamento
Argento, ec.	Marmo bianco	10000	a 8681	9200
	Marmo comune	10000	a 7912	9040
	Pietra calcarea dura	10000	a 7436	8580
	Pietra arenosa	10000	a 7361	7767
	Vetro	10000	a 7230	7212
	Piombo	10000	a 7154	9184
	Stagno	10000	a 6176	6289
	Pietra calcarea tenera	10000	a 6178	6287
	Argilla	10000	a 6034	6710
	Bismuto	10000	a 6308	8877
	Porcellana	10000	a 5556	5242
	Antimonio	10000	a 5692	7653
	Ocra	10000	a 5000	5658
	Creta	10000	a 4310	5000
	Gesso	10000	a 2879	3366
	Legno	10000	a 2353	1864
	Pietra pomice	10000	a 2059	1525

MARMO BIANCO.

Marmo bianco, ec.	Marmo comune	10000	a 8992	9405
	Pietra dura	10000	a 8594	9130
	Pietra arenosa	10000	a 8286	8990
	Piombo	10009	a 7604	5555
	Stagno	10000	a 7143	6792

		Primo raffreddamento	Intero raffreddamento
Marmo bianco, ec.	Pietra calcarea tenera	10000 a 6792	7218
	Argilla	10000 a 6400	6286
	Antimonio	10000 a 6286	6792
	Ocra	10000 a 5400	5571
	Gesso	10000 a 4920	5116
	Legno	10000 a 2200	2857

MARMO COMUNE.

		Primo raffreddamento	Intero raffreddamento
Marmo comune, ec.	Pietra dura	10000 à 9483	9655
	Pietra arenosa	10000 a 8767	9273
	Piombo	10000 a 7671	8590
	Stagno	10000 a 7424	6666
	Pietra tenera	10000 a 7327	7959
	Argilla	10000 à 7272	7213
	Antimonio	10000 a 6279	8333
	Ocra	10000 a 6136	6393
	Creta	10000 a 5581	6333
	Legno	10000 a 2500	3279

PIETRA CALCAREA DURA.

		Primo raffreddamento	Intero raffreddamento
Pietra dura, ec.	Pietra arenosa	10000 a 9268	9355
	Vetro	10000 a 8710	8352
	Piombo	10000 a 8571	7931
	Stagno	10000 a 8095	7931
	Pietra tenera	10000 a 8000	8095
	Argilla	10000 a 6190	6897
	Ocra	10000 a 4762	5517
	Legno	10000 a 2195	4516

P 6

PIETRA ARENOSA.

				Primo raffreddamento		Intero raffreddamento
Pietra arenosa, ec.	Vetro	10000	a	5324	---	7939
	Piombo	10000	a	8561	---	8950
	Stagno	10000	a	7667	---	7633
	Pietra tenera	10000	a	7647	---	7193
	Porcellana	10000	a	7364	---	7059
	Antimonio	10000	a	7833	---	6170
	Gesso	10000	a	4568	---	5000
	Legno	10000	a	2368	---	4828

VETRO.

Vetro, ec.	Piombo	10000	a	9318	---	8548
	Stagno	10000	a	9107	---	8679
	Argilla	10000	a	7938	---	7643
	Porcellana	10000	a	7692	---	8863
	Ocra	10000	a	6289	---	6500
	Creta	10000	a	6194	---	6195
	Gesso	10000	a	4160	---	6011
	Legno	10000	a	2647	---	5514

PIOMBO.

Piombo, ec.	Stagno	10000	a	8695	---	8333
	Pietra tenera	10000	a	8437	---	7192
	Argilla	10000	a	7878	---	8536
	Bismuto	10000	a	8698	---	8750
	Antimonio	10000	a	8241	---	8201
	Ocra	10000	a	6060	---	7073
	Creta	10000	a	5714	---	6111
	Gesso	10000	a	4736	---	5714

S T A G N O.

		Primo raffreddamento		Intero raffreddamento
Stagno, ec.	Argilla ——	10000 a 8823	---	9524
	Bismuto ——	10000 a 8888	---	9400
	Antimonio –	10000 a 8710	---	9156
	Ocra ——	10000 a 5882	---	7619
	Creta ——	10000 a 6364	---	6842
	Gesso ——	10000 a 4090	---	4912

PIETRA CALCAREA TENERA.

Pietra tenera, ec.	Antimonio –	10000 a 7742	---	9545
	Creta ——	10000 a 7288	---	7312
	Gesso ——	10000 a 4182	---	5211

A R G I L L A.

Argilla, ec.	Bismuto ——	10000 a 8870	---	9419
	Ocra ——	10000 a 8400	---	8571
	Creta ——	10000 a 7701	---	8000
	Gesso ——	10000 a 5185	---	8055
	Legno ——	10000 a 3437	---	4545

B I S M U T O.

Bismuto, ec.	Antimonio –	10000 a 9349	---	9572
	Ocra ——	10000 a 8846	---	7380
	Creta ——	10000 a 8620	---	9500

P O R C E L L A N A.

Porcellana e gesso ——	10000 a 5308	---	6500

ANTIMONIO.

		Primo raffreddamento	Intero raffreddamento
Antimonio, ec.	Creta —— 10000 a	8431	7391
	Gesso —— 10000 a	5833	5476

OCRA.

Ocra, ec.	Creta —— 10000 a	8654	8889
	Gesso —— 10000 a	6364	9062
	Legno —— 10000 a	4074	5128

CRETA.

Creta e gesso	—— 10000 a	6667	7920

GESSO.

Gesso, ec.	Legno —— 10000 a	8000	5250
	Pietra pomice —— 10000 a	7000	4500

LEGNO.

Legno e pietra pomice	—— 10000 a	8750	8182

Per quanta attenzione io abbia usato nelle mie sperienze, e per quanta cura abbia preso per render più esatti i rapporti, confesso che in questa Tavola, che li contiene tutti, sonvi ancora dell' imperfezioni; ma siffatti difetti sono leggeri, e non influisco-

no molto sui risultati generali; per esempio, ciascuno agevolmente s'accorgerà, che il rapporto dello zinco al piombo, essendo dei 10000 a 6051, quello dello zinco allo stagno dovrebbe esser minore di 6000, mentrechè nella Tavola ritrovasi 6777. Lo stesso dicasi di quello dell' argento al bismuto, il quale dovrebbe esser minore di 6308; ed anche di quello del piombo all' argilla, che dovendo esser più di 8000, ritrovasi nella Tavola solo 7878. Ma ciò nasce perchè le palle di piombo e di bismuto non sono sempre state le medesime; perciocchè si sono fuse ugualmente che quelle di stagno, ed antimonio, la qual cosa ha prodotto delle variazioni, delle quali sono le più considerevoli le tre poc' anzi accennate. Nè io avrei potuto far meglio; perciocchè, quantunque le differenti palle di piombo, di stagno, di bismuto, e d'antimonio, delle quali mi sono successivamente servito, fossero veramente fatte dello stesso calibro, nondimeno la materia di ciascuna poteva esser alcun poco diversa, secondo la quantità di lega di piombo e di stagno; imperocchè io non ho avuto stagno puro se non per le prime due palle; ed inoltre in queste palle fuse rimanvi quasi sempre una piccola cavità; e tali cause, comechè leggeri, sono capaci a produrre le piccole differenze, che potranno osservarsi in questa mia Tavola.

Lo stesso è a dirsi per rispetto al rapporto dello stagno all' ocra, il quale dovrebbe essere più di 6000, e che nella Tavola non ritrovasi che di 5882, perchè l'ocra essendo una sostanza friabile, che collo sfregamento si diminuisce, fui obbligato a cangiarne tre o quattro volte le palle. Non niego tuttavia, che s'avessi impiegato in queste mie sperienze il doppio del tempo, che vi ho speso, avrei potuto giugnere ad un grado più grande di precisione; ma nondimeno io mi lusingo, che ve ne sia sufficientemente per rimaner convinti della verità de' risultati, che dalle medesime possono dedursi. Coloro soltanto, i quali sono accostumati a fare sperienze, comprendono quanto malagevole cosa sia il confermare un solo fatto della Natura con tutt' i mezzi, che l'arte ci fornisce; egli è necessario d'unir la pazienza al genio, e soventemente non basta pur questo, e bisogna rinunziare contro sua voglia a quel grado di precisione, che bramerebbesi d'ottenere: imperciocchè questa precisione ne esigerebbe una altrettanto grande in tutte le mani, delle quali ci vagliamo, e richiederebbe nello stesso tempo una perfetta uguaglianza in tutte le materie, che adoperiamo; quindi tutto ciò che si può fare nella Fisica sperimentale, non può mai somministrarci risultati rigorosamente esatti; ma soltanto

può condurci ad approssimazioni più o meno grandi; e quando l'ordine generale di tali approssimazioni è solo smentito da leggieri variazioni, noi dobbiam rimaner soddisfatti.

Nel resto per trar da queste numerose sperienze tutto il frutto, che aspettar se ne deve, è di mestieri dividere le materie, che ne sono l'obbietto, in quattro classi, o generi differenti.

1.° I metalli; 2.° i semi-metalli, e i minerali metallici; 3.° le sostanze vitree, e le sostanze vetriscibili; 4.° le sostanze calcaree e calcinabili. Paragonare in seguito tra loro le materie di ciascun genere, per ingegnarsi di rintracciar la cagione, o le cagioni dell' ordine che segue il progresso del calore in ciascuna; e finalmente paragonare i generi medesimi tra loro per veder di dedurne qualche risultato generale.

I.

L'ordine de' sei metalli, seguendo la loro densità, è stagno, ferro, rame, argento, piombo, oro; mentrechè l'ordine, nel quale questi metalli ricevono e perdono il calore, è stagno, piombo, argento, oro, rame, ferro, nel qual ordine non évvi che lo stagno che ritiene il suo luogo.

Il progresso e la durata del calore nei metalli non seguitano dunque l'ordine della loro densità, se pur ciò non avviene della

ſtagno, il quale eſſendo il meno denſo di tutti, è altresì quello, che più prontamente perde il calore. Ma l'ordine degli altri cinque metalli dimoſtra, che tutti ricevono e perdono il calore, ſecondo la loro fuſibilità, perchè il ferro è più difficile a fonderſi che 'l rame, il rame più che l'oro, l'oro più che l'argento, l'argento più che 'l piombo, il piombo più che lo ſtagno. Vuolſi dunque conchiudere ch' egli è per accidente, ſe la denſità e la fuſibilità dello ſtagno trovanſi quì riunite per collocarle nell' ultimo luogo.

Nondimeno troppo s'ardirebbe, ſe ſi pretendeſſe che tutto debbaſi attribuire alla fuſibilità, e niente affatto alla denſità; la Natura non iſpogliaſi giammai d'una delle ſue proprietà in favore d'un' altra, d'una maniera aſſoluta; cioè in modo che la prima non influiſca nulla ſopra la ſeconda, onde la denſità può entrar per qualcoſa nel progreſſo del calore; ma almeno noi poſſiam aſſerire affermativamente che ne' ſei metalli egli vi opera pochiſſimo, laddove la fuſibilità v'opera preſſochè il tutto.

Queſta prima verità non era nè dai Chimici, nè dai Fiſici conoſciuta; e niſſuno ſi ſarebbe immaginato che l'oro, il quale è più di due volte e mezzo più denſo del ferro, perda il calor ſuo un mezzo terzo più preſto. Ciò accade parimente al piom-

bo, all' argento, e al rame, i quali tutti sono più densi del ferro, e che, come l'oro, si riscaldano, e raffreddansi più prontamente. Imperciocchè, quantunque in questa seconda Memoria non si tratti se non del raffreddamento, le sperienze però della Memoria precedente pongono fuor d'ogni dubbio, ch' è lo stesso dell' entrata del calore ne' corpi, come dell' uscita, cosicchè quelli, che lo ricevono più prontamente, sono altresì quelli, che lo perdono più prestamente.

Se noi porrem mente ai principj reali della densità, e alla cagione della fusibilità, ci accorgeremo, che la densità assolutamente dipende dalla quantità di materia, che la Natura colloca in un dato spazio, che quanto più ve ne può far entrare, tanto più v'è densità, e che l'oro è per questo riguardo la sostanza, che fra tutte contiene più di materia relativamente al suo volume. Per questa ragione s'è creduto finora che abbisognasse più tempo per iscaldare, o raffreddire l'oro che non agli altri metalli. E diffatti egli è assai naturale di pensare che contenendo l'oro il doppio, o il triplo di materia sotto lo stesso volume, v'abbisognasse il doppio, o il triplo del tempo, acciocchè il calore la penetrasse; la qual cosa sarebbe vera, se in tutte le sostanze le parti costituenti fossero

della medesima figura, e in conseguenza tutte disposte nella stessa maniera. Ma nell' une, come nelle più dense, le molecole della materia sono probabilmente di figura assai regolare, per non lasciar tra esse dei grandissimi spazj voti; in altre meno dense, le loro figure più irregolari, lascian dei vacui più numerosi, e più grandi, e nelle più leggieri, le molecole essendo in piccolo numero, e probabilmente di figura irregolarissima, vi si trova mille e mille volte più di vacuo che di pieno: imperciocchè si può dimostrare con altre sperienze che il volume della sostanza anche più densa, contiene ancora molto più di spazio voto, che di materia piena.

Ora la principal cagione della fusibilità è la facilità che le particelle trovano a separare l'une dall'altre queste molecole della materia piena. Che la somma de' vacui sia più o men grande, il che fa la densità o la leggerezza, è indifferente alla separazione delle molecole, che costituiscono il pieno: e la più o meno grande fusibilità dipende interamente dalla forza di coerenza, la quale tien unite queste parti della massa, e s'oppone più o meno alla loro separazione. La dilatazione del volume totale è il primo grado dell' azion del calore, la quale ne' differenti metalli si fa nello stesso ordine che la fusione della massa, che

s'opera per un grado più grande di calore, o di fuoco. Lo stagno, che fondesi più prontamente di tutti, è quello ancora che si dilata più prestamente, e il ferro, ch'è il più difficile a fondersi di tutti, è altresì quello, la cui dilatazione è più lenta.

Per queste generali nozioni, che sembrano chiare, precise, e appoggiate sopra incontrastabili esperienze s'inclinerebbe a credere, che la duttilità debba seguire l'ordine della fusibilità, poichè par che dipenda la più o meno grande duttilità dalla più o meno grande aderenza delle parti in ciascun metallo; tuttavia quest'ordine della duttilità de' metalli, sembra aver tanto di rapporto all' ordine della densità, quanto a quello della loro fusibilità. Io quasi direi ch' egli è in ragione composta degli altri due, ma questa è un' estimazione, e una congettura, che non è a sufficenza fondata; perchè non è tanto facile di determinar giustamente i differenti gradi della fusibilità che quelli della densità; e siccome la duttilità partecipa di tutte due, e varia secondo le circostanze, noi non abbiam ancora acquistate le cognizioni necessarie per decidere affermativamente su questo soggetto, il quale, essendo di molt' importanza, merita delle ricerche particolari. Lo stesso metallo cimentato a freddo, o a caldo, dà risultati totalmente diversi: la malleabilità

è il primo indizio della duttilità; ma nondimeno ella non ci porge che una nozione molt' imperfetta del punto, a cui la duttilità può estendersi. Il piombo, ch' è il più flessibile, il più malleabile de' metalli, non può lavorarsi alla trafila in fili così fini come l'oro, o come il ferro, ch' è il meno malleabile di tutti. Inoltre egli è necessario d' ajutare la duttilità de' metalli coll' addizione del fuoco, senza dei quale eglino s' indurano, e divengono fragili. Il ferro stesso, quantunque il più robusto di tutti, invetrisce come gli altri; onde la duttilità d' un metallo, e l' estensione di continuità, ch' e' può sopportare, dipendono non solamente dalla sua densità, e dalla sua fusibilità, ma eziandio dalla maniera, con cui è travagliato, dalla percussione più lenta, o più pronta, e dall' addizione del calore, o del fuoco, che a dovere gli venga somministrata.

II.

Ora se noi paragoniamo fra loro le sostanze chiamate *semi-metalliche*, o *minerali-metalliche*, le quali non godono della duttilità, vedremo l'ordine della loro densità essere, smeriglio, zinco, antimonio, bismuto, e l'ordine, in cui elleno ricevono, o perdono il calore essere, antimonio, bismuto, zinco, smeriglio, laonde in nissun

modo seguesi l'ordine della loro densità, ma piuttosto quello della loro fusibilità. Lo smeriglio, ch' è un metallo ferrugigno, comechè una volta più denso del bismuto, conserva una volta più del medesimo il calore; lo zinco più leggiero dell' antimonio e del bismuto, conserva parimente il calore molto più a lungo; l'antimonio e 'l bismuto lo ricevono, e conservanlo pressochè egualmente. Osservasi dunque lo stesso ne' semi-metalli, e ne' minerali metallici, che ne' metalli: il ragguaglio, in cui eglino ricevono, e perdono il calore è a un dipresso lo stesso che quello della loro fusibilità, e non s'accosta che pochissimo, o niente affatto a quello della loro densità.

Ma unendo insieme i sei metalli, e i quattro semi-metalli, o minerali metallici, ch' io ho sottoposti alla prova, vedrassi che l'ordine delle densità di queste dieci sostanze minerali è:

Smeriglio, zinco, antimonio, stagno, ferro, rame, bismuto, argento, piombo, oro.

E che l'ordine, nel quale queste sostanze si scaldano, e si raffreddano, è:

Antimonio, bismuto, stagno, piombo, argento, zinco, oro, rame, smeriglio, ferro.

Nel qual ordine havvi due cose, le quali non ben s'accordano coll' ordine della fusibilità.

1.° L'antimonio, che dovrebbe scaldarsi,

e raffreddare più lentamente del piombo, giacchè abbiam veduto per le sperienze di Newton, citate nella Memoria precedente, che l'antimonio richiede per fondersi, dieci gradi del calore medesimo, di cui non ne abbisognano che otto per fondere il piombo, per queste mie sperienze risulta ch' egli si scalda e raffreddasi più presto del piombo. Ma è quì duopo riflettere, che Newton s' è servito del regolo d'antimonio, e ch' io nelle mie sperienze non ho adoperato se non l'antimonio fuso; ora il regolo d'antimonio, o l'antimonio naturale, è ben più difficile a fondersi dell' antimonio, che ha già sofferta la prima fusione; onde ciò non fa un' eccezione alla regola. Nel resto io ignoro qual rapporto vi sia tra l'antimonio naturale, o il regolo d'antimonio e l'altre materie, che ho fatto scaldare e raffreddare; ma presuppongo però dietro l'esperienza di Newton, ch' e' si scalderebbe e raffredderebbesi più lentamente del piombo.

2.° Si pretende che lo zinco si fonda più facilmente dell' argento, e per conseguente dovrebbe esser posto prima dell' argento nell' ordine indicato dalle mie sperienze. Ma quest' ordine non è in tutt' i casi relativo a quello della fusibilità; ed io confesso che questo semi-metallo sembra a prima visita far un' eccezione a quella legge, che seguitano tutti gli altri; ma bisogna por mente:

te: 1.° che la differenza trovata per le mie sperienze tra lo zinco e l'argento è assai piccola: 2.° che il piccolo globo d'argento, di cui mi son valso, era dell'argento più puro, senza la menoma parte di rame, nè d'altra lega; e che l'argento più puro dee fondersi più facilmente, e riscaldarsi più presto dell'argento misto di rame: 3.° quantunque il piccol globo di zinco mi sia stato dato da uno de' nostri più valenti Chimici [7], forse non era dello zinco assolutamente più puro, e senza mescolanza di rame, o di qualch'altra materia ancora meno fusibile. Rimastomi questo sospetto dopo aver fatte tutte le sperienze, ho rimandato il globo di zinco al Sig. Rouelle, da cui l'aveva avuto, pregandolo d'assicurarsi s'egli non conteneva alcun poco di ferro, o di rame, o d'altra materia, che opporsi potesse alla sua fusibilità. Posto adunque dal Sig. Rouelle al cimento, vi trovò in questo zinco una quantità considerevole di ferro, o di croco di marte; ond'io ebbi la soddisfazione di vedere che, non solo il mio sospetto era ben fondato, ma ancora che le mie sperienze erano state fatte con sufficiente precisione per poter accorgersi d'una mescolanza, della

[7] Il Sig. Rouelle, Dimostratore di Chimica alle Scuole del Giardino del Re.

quale non era facil cosa di avvedersene. Lo zinco adunque nel progresso del calore segue così esattamente che gli altri metalli, e semi-metalli l'ordine della fusibilità, e non pone un'eccezione alla regola. Puossi dunque generalmente conchiudere, che il progresso del calore nei metalli, semi-metalli, e minerali metallici, è nella stessa ragione, o almeno in ragion vicinissima di quella della loro fusibilità [8].

III.

Le materie vetriscibili, e vitree, ch' io ho poste alla prova, collocate secondo l'ordine della loro densità, sono:

Pietra pomice, porcellana, ocra, argilla, vetro, cristallo di monte, e pietra arenosa; perciocchè quì devesi osservare che, quantunque nella Tavola de' pesi di ciascuna materia,

---

[8] *Nota*. Essendosi trovato mischiato d'una porzione di ferro il globo di zinco, sul quale erano state fatte tutte le sperienze, io fui obbligato di sostituire nella Tavola generale ai primi dei nuovi rapporti, i quali gli ho collocati sotto gli altri; per esempio, il rapporto del ferro allo zinco di 10000 a 7654, non è il vero, dovendosi adottare quello scritto di sotto, cioè di 10000 a 6804. Lo stesso intendasi delle correzioni da me fatte d'un novesimo sopra ciascun numero; perciocchè ho riconosciuto che la porzione del ferro contenuta in questo zinco, era scemata almeno d'un novesimo.

il cristallo non ascendesse che al peso di sei dramme, e ventidue grani, deve ciò non ostante supporsi più greve incirca d'una dramma, perchè egli era sensibilmente troppo piccolo, e per questa ragione io l'ho escluso dalla Tavola generale de' rapporti, e non ho fatto caso di tutte le sperienze fatte con questo globo sì piccolo. Non è perciò che il risultato generale non s'accordi abbastanza cogli altri per poterlo produrre. Ecco dunque l'ordine, con cui queste differenti sostanze si sono raffreddate.

Pietra pomice, ocra, porcellana, argilla, vetro, cristallo, e pietra arenosa, il quale, come ciascuno vede, è appunto lo stesso che quello della densità, poichè l'ocra non per altro motivo ritrovasi prima della porcellana, se non perchè essendo questa una materia friabile si è diminuita dallo sfregamento sofferto nelle sperienze; e altronde la sua densità tanto poco è diversa da quella della porcellana, che risguardare si possono come eguali.

Quindi la legge de' progressi del calore nelle materie vetrescibili, e vitree è relativa all' ordine della loro densità, ed ha poco o nissun rapporto colla loro fusibilità, e cioè, perchè a fondere tutte queste sostanze è necessario un grado quasi eguale del fuoco il più violento, e perchè i gradi particolari della varia loro fusibilità, s'avvi-

cinano, cotanto gli uni agli altri che far non se ne può un ordine di termini distinti. Quindi la fusibilità loro pressochè eguale non facendo che un termine, ch' è l'estremo di quell' ordine di fusibilità, noi non dobbiamo maravigliarci che il progresso del calore segua l'ordine della densità, e che queste differenti sostanze, quasi tutte difficili a fondersi, si scaldino, e si raffreddino più lentamente, o più presto, a misura della quantità di materia che contengono.

Mi si potrà opporre che il vetro si fonde più agevolmente dell' argilla, della porcellana, dell' ocra, e della pietra pomice, le quali ciò non ostante si scaldano, e si raffreddano in meno di tempo che il vetro. L' obbiezione però verrà sgombrata, se porrem mente che a fondere il vetro fa di mestieri d' un fuoco violentissimo, il cui grado è tanto lontano dal calore, che il vetro riceve nelle nostre sperienze sul raffreddamento, che non può influire sulle medesime. Dall' altra parte polverizzando l' argilla, la porcellana, l' ocra, e la pietra pomice, e presentando loro de' fondenti analoghi, come si fa colla sabbia per convertirla in vetro; egli è più che probabile che tutte queste materie si liquefarebbero al medesimo grado di fuoco, e conseguentemente eguale o quasi eguale risguardar devesi la loro resistenza alla fusione. Per la quale

ragione, la legge dei progressi del calore in queste materie ritrovasi proporzionale all' ordine della loro densità.

I V.

Le materie calcaree poste secondo l'ordine della loro densità, sono:

Creta, pietra tenera, pietra dura, marmo comune, marmo bianco.

L'ordine con cui elleno riscaldano, e raffreddano, è creta, pietra tenera, pietra dura, marmo comune, e marmo bianco, il quale come ognun vede, è lo stesso che quello della loro densità. La fusibilità v'entra per niente, abbisognando subito d'un grado di fuoco grandissimo per calcinarle. Ed abbenchè la calcinazione ne divida le parti; quest' effetto non devesi considerare se non come un primo grado di fusione; e non come una fusione compita; la quale appena può ottenersi dai migliori specchj ustorj. Io ho fuso, e ridotto in una specie di vetro alcuna di queste materie calcaree al foco d'uno de' miei specchj, e mi sono assicurato che queste materie possonsi, al par di tutte le altre ridurre, ulteriormente in vetro, senza l'ajuto d'alcun fondente, e solo colla forza d'un fuoco molto superiore a quello de' nostri fornelli. Per conseguenza il termine comune della loro fusibilità è ancora più lontano, ed estremo di quello delle materie vi-

tree, e per questa ragione esse seguono più esattamente nel progresso del calore l'ordine della densità.

Il gesso bianco, che impropriamente chiamasi alabastro, è una materia, la quale, come tutti gli altri gessi, si calcina col fuoco più mediocre di quello ch'è necessario alla calcinazione delle materie calcaree, e perciò egli non segue l'ordine della densità nel progresso del calore che riceve, o che perde, perciocchè, quantunque più denso della creta, e un poco più ancora della pietra calcarea bianca, esso nondimeno si scalda, e si raffredda molto più prontamente dell'una, e dell'altra di queste materie; ciò ci dimostra che la calcinazione, e la fusione più o men facile producono il medesimo effetto relativamente al progresso del calore. Le materie gessose per calcinarsi non esigono tanto fuoco quanto le materie calcaree, e questa è la ragione, per cui esse quantunque più dense si scaldano, e si raffreddano più prestamente.

Quindi noi possiamo assicurarci in generale, che il *progresso del calore in tutte le sostanze minerali, è sempre pressochè in ragione della loro più o men grande facilità a calcinarsi, o a fondersi*, ma che quando la loro o calcinazione, o fusione sono *egualmente difficili ed esigono un grado di calore estremo*, allora *il progresso*

del calore si fa secondo l'ordine della loro densità.

Del resto io ho depositato al gabinetto del Re, i globi d'oro, d'argento, e di tutte l'altre sostanze metalliche e minerali, di cui servito mi sono per le precedenti sperienze, affine di renderle più autentiche con mettere in istato di verificarle chiunque vorrà dubitare della verità de' loro risultati, e della general conseguenza ch' io ne ho cavata.

Fine del primo Tomo.

INDICE

Di quello ch' è contenuto in questo Volume.

DEGLI ELEMENTI.

Fine dell' Indice.